

27 ENCUENTROS DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

7, 8 y 9 de septiembre de 2016
Badajoz

Organizan



Editor: Bravo Galán, J. L.

ISBN: 978-84-617-4059-8

Colaboran



COMITÉ ORGANIZADOR

Dra. Florentina Cañada Cañada (coordinadora). *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.*

Dr. José Luis Bravo Galán. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

Dr. Emilio Costillo Borrego. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

Dr. Javier Cubero Juárez. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

Dña. María Antonia Dávila Acedo. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

Dra. M^a Rocío Esteban Gallego. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

D. José María Marcos Merino. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

Dra. M^a Guadalupe Martínez Borreguero. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

Dr. Vicente Mellado Jiménez. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

D. Agustín Pozo Tamayo. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

Dr. Jesús Sánchez Martín. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

Dra. Ana Belén Borrachero Cortés. Universidad Internacional de la Rioja.

Dra. Lina Viviana Melo Niño. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

Dña. M^a Lourdes Hernández Rincón. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura

Secretaría Técnica

Miguel Ángel Bas Sánchez, Técnico de laboratorio del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

COMITÉ CIENTÍFICO

Dra. Alicia Benarroch Benarroch
Universidad de Granada

Dra. Ana Belén Borrachero Cortés
Universidad Internacional de la Rioja

Dra. Ana Abril Gallego
Universidad de Jaén

Dra. Ana Rivero García
Universidad de Sevilla

Dr. Ángel Blanco López
Universidad de Málaga

Dr. Ángel Cortés Gracia
Universidad de Zaragoza

Dr. Antonio de Pro Bueno
Universidad de Murcia

Dr. Antonio Neto
Universidade de Évora

Dr. Bartolomé Vázquez Bernal
Universidad de Huelva

Dra. Carmen Fernández
Universidade de São Paulo

Dra. Cecilia Galvão
Universidade de Lisboa

Dra. Clara Alvarado Zamorano
Universidad Nacional Autónoma de México

Dra. Cristina Martínez Losada
Universidade da Coruña

Dr. David González Gómez
Universidad de Extremadura

Dra. Diana Lineth Parga Lozano
Universidad Pedagógica Nacional de Colombia

Dr. Diego Airado Rodríguez
Universidad de Extremadura

Dr. Enrique Banet Hernández
Universidad de Murcia

Dra. Fátima Paixão
Instituto Politécnico de Castelo Branco

Dr. Fco. Javier Perales Palacios
Universidad de Granada

Dr. Jesús Antonio Gómez Ochoa de Alda
Universidad de Extremadura

Dr. José Carlos Chavero Blanco
Universidad de Extremadura

Dr. José M^a Oliva Martínez
Universidad de Cádiz

Dr. José Manuel Domínguez Castiñeira
Universidade de Santiago de Compostela

Dr. José Miguel Vílchez González
Universidad de Granada

Dr. Juan Antonio Antequera Barroso
Universidad de Extremadura

Dra. Lina Viviana Melo Niño
Universidad de Extremadura

Dra. M^a Ángeles de las Heras Pérez
Universidad de Huelva

Dra. M^a Carmen Conde Núñez
Universidad de Extremadura

Dra. M^a José Gil Quílez
Universidad de Zaragoza

Dra. M^a Rut Jiménez Liso
Universidad de Almería

Dra. Maite Morentin Pascual
Universidad del País Vasco

Dra. María Isabel Martins
Universidade de Aveiro

Dra. Mercedes Martínez Aznar
Universidad Complutense de Madrid

Dr. Roque Jiménez Pérez
Universidad de Huelva

Dr. Samuel Sánchez Cepeda
Universidad de Extremadura

Dra. Susana García Barros
Universidade da Coruña

Dr. Valentín Gavidia Catalán
Universidad de Valencia

Índice

<i>Presentación</i>	1
<i>Conferencias plenarias</i>	3
Conocimiento científico conocimiento didáctico. Una tensión permanente en la formación docente <i>García, S.</i>	5
Cultura científica e defensa da ciudadanía <i>Cachapuz, A. F.</i>	7
<i>Líneas temáticas</i>	9
<i>Comunicaciones orales. Línea 1.</i>	11
Simmelweis y la fiebre puerperal. Análisis de la implementación de una actividad de Historia de la Ciencia para aprender sobre Naturaleza de la Ciencia en Educación Secundaria Obligatoria <i>Aragón-Méndez, M. M., García-Carmona, A., Acevedo-Díaz, J. A.</i>	13
Repercusiones de la forma de enseñar: Emociones que despiertan diferentes tipos de actividades <i>De Orta, A., Reyes, R., De las Heras, M. A.</i>	21
Detección de las ideas del alumnado de Secundaria sobre la Microbiología e implementación de una práctica de laboratorio <i>Díez, J. R., Iradi, M., Arroita, M.</i>	31
Concepciones alternativas y Diseño de clases para el contenido de concentración <i>Herrera, A., Morales, C., Jara, R.</i>	41
Los Concept Cartoons en estudiantes de Magisterio: una experiencia innovadora de aprendizaje cooperativo <i>Jiménez, G.</i>	49
Propuesta de una asignatura optativa de Astronomía en cuarto curso de Enseñanza Secundaria <i>Laso, S., Ruiz, M., Peraita, L.</i>	57
Ideas previas sobre el concepto de Robótica en alumnos de 3º de la ESO <i>López, L., De Pro, A., Jiménez, S.</i>	65
Análisis de una propuesta de formación didáctico científica en el grado de Educación Infantil <i>López-Luengo, M. A., Vallés, C., Gil, C.</i>	73
Ideas del alumnado de educación primaria sobre la energía de las máquinas <i>Molina, N., Martínez, G., Naranjo, F. L.</i>	81
¿Qué hace una profesora como tú en un sitio como este?: una serie de pautas para trabajar en centros educativos complejos <i>Morón-Monge, H.</i>	89
Aprender y cantar: una experiencia con maestros en formación <i>Muñoz-Franco, G., Illescas-Navarro, M.</i>	97
Experiencias innovadoras para trabajar el análisis crítico de la información que leemos y de los productos que compramos <i>Oliveras, B., Márquez, C., Sanmartí, N.</i>	105
La controversia científica y la naturaleza de la ciencia, una propuesta de enseñanza para la formación de docentes en ciencias <i>Pabón, T., Muñoz, L., Vallverdú, J.</i>	113
Hablando de ciencias a partir de novelas <i>Pau, I., Márquez, C., Marbà-Tallada, A.</i>	121
Modelo en la enseñanza de la química del mar <i>Quintero, N., Quitian, J., Rojas, N. D.</i>	131

Talleres científicos con niños y niñas en el Grado de Educación Infantil: un modelo de investigación-acción y una iniciativa Universidad-Escuela <i>Sanz, J., Gutiérrez, L.</i>	141
Una herramienta para el análisis de la colaboración docente en la integración de las ciencias y el inglés en el aula de primaria: la docencia compartida como herramienta innovadora de integración disciplinar <i>Valdés-Sánchez, L., Espinet, M.</i>	149
<i>Comunicaciones orales. Línea 2.</i>	157
Experiencia de evaluación entre iguales con Maestros en Formación <i>Airado, D., González, D., Jeong, J. S.</i>	159
Impartiendo Acidez y Basicidad en un bachillerato de México <i>Alvarado, C., Sosa, A. M., Garritz, A.</i>	167
Las Prácticas de Campo en la enseñanza de la Biología y la formación docente: estado actual de conocimiento <i>Amórtegui, E., Gavidia, V., Mayoral, O.</i>	175
Alimentación y sostenibilidad: ¿qué criterios utilizan los futuros maestros al elegir un menú? <i>Baños, I., Esteve, P., Jaén, M.</i>	183
Evaluación de aprendizajes en una propuesta de formación de docentes en ejercicio sobre Alimentación <i>Cordero, S., Zucchi, M.</i>	191
Comparación de la historia académica personal de alumnos de la diplomatura y de grado de maestro de primaria sobre materias de ciencias <i>De Pro, A., Nortés, R.</i>	201
Qué y cómo aprenden los futuros maestros de Primaria acerca de la naturaleza de las ideas de los alumnos sobre el mundo <i>Escrivà-Colomar, I., Rivero, A.</i>	209
Análisis de sesiones de Trabajos Prácticos en laboratorio e implicaciones para la asignatura Ciencias de la Naturaleza del Grado de Maestro de Educación Infantil <i>Ferrer, L. M., De Echave, A., Mateo, E.</i>	219
La Educación para la Sostenibilidad en el ámbito universitario. Un estudio de caso múltiple en la Universidad de Cádiz <i>García-González, E., Jiménez-Fontana, R., Azcárate, P., Navarrete, A.</i>	227
De modelos a modelizar: análisis de la transformación de la asignatura "didáctica de las ciencias experimentales" para la formación inicial de maestros de primaria <i>Garrido, A., Couso, D.</i>	235
Obstáculos y oportunidades al aprender a indagar y modelar con el diagrama Uve de Gowin en formación inicial de profesores de ciencias <i>Herrera, E., Izquierdo, M.</i>	245
Preguntar en la clase de ciencias. Transitando en las dimensiones de una competencia de pensamiento científico <i>Joglar, C., Quintanilla, M.</i>	255
El cambio climático en la formación del profesorado: Implementación de un modelo didáctico para abordar cuestiones ambientales <i>Lopera, M., Charro, E.</i>	263
Valoración de la enseñanza de las ciencias desde la perspectiva de los estudiantes del Grado de Educación Infantil <i>López-Banet, L., De Pro, A.</i>	271
Con qué evalúan los estudiantes de Magisterio en formación <i>López-Lozano, L., Solís, E.</i>	279

¿Cuál es el modelo docente de los estudiantes de magisterio cuando desempeñan el rol de maestros? <i>Lucha, P., Bravo-Torrija, B., Forcadell, L., Ferrer, L. M.</i>	287
La indagación escolar como estrategia en formación permanente del profesorado de ciencias: Un estudio de caso en secundaria <i>Lupi3n, T.</i>	295
Aprender a ense1ar Qu3mica en Primaria por talleres <i>Mart3n, R., Arillo, M. A., Mart3n, P.</i>	303
Qu3 aspectos incluyen los maestros en formaci3n sobre la energ3a en sus propuestas de ense1anza <i>Mart3nez, C., Rivadulla, J. C., Fuentes, M. J.</i>	311
Dificultades de los maestros en formaci3n asociadas a la transposici3n did3ctica en Educaci3n Infantil <i>Mazas, B., Bravo, B.</i>	319
Conocimiento Did3ctico del Contenido Din3mico sobre la Carga El3ctrica en Bachillerato: Un estudio de Caso <i>Melo, L. V., Ca1ada, F., Mar3n, E., Pozo, A., Mellado, V.</i>	327
Despertar para a relev3ncia dos contextos n3o formais no ensino das ci3ncias naturais no 1.º ciclo do ensino b3sico <i>Paix3o, F., Jorge, F. R.</i>	335
Las actividades dial3gicas e interactivas en el aula de ciencias: una herramienta 3til para la formaci3n inicial del profesorado de Educaci3n Primaria <i>Pipitone, C., Caminal de Mingo, A., March3n, I., Garc3a, A., Margazo, M., Guitart, J., S3nchez, N.</i>	345
Planificar unidades did3cticas IBSE (inquiry-based science education) <i>Pirrami, F.</i>	353
Conocimiento Did3ctico del Contenido: la clave en el desarrollo profesional del profesorado de Primaria desde la Educaci3n Cient3fica basada en la Indagaci3n <i>Retana-Alvarado, D. A., V3zquez-Bernal, B.</i>	363
Modelos did3cticos e indagaci3n. Estudio preliminar con futuros profesores de secundaria <i>Rodr3guez-Arteche, I., Mart3nez-Aznar, M. M.</i>	371
Poniendo en apuros al profesorado en formaci3n como paso previo a la reflexi3n <i>S3ez, M. J., Cort3s, A. L.</i>	379
El Trabajo de Fin de Grado como oportunidad de reflexi3n y avance sobre la pr3ctica docente en la ense1anza de las ciencias: Ciclos de mejora <i>Sol3s-Espallargas, C.</i>	387
Forma3o continuada para o desenvolvimento de atividades pr3ticas no ensino de ci3ncias <i>Souza, G. F., Pinheiro, N. A. M., Miquelin, A. F.</i>	395
Desarrollo de concepciones y competencia did3ctica sobre la naturaleza de ciencia y tecnolog3a en profesores en formaci3n <i>V3zquez-Alonso, A., Manassero-Mas, M. A.</i>	403
Mejora de la docencia universitaria mediante el an3lisis de la grabaci3n de clases te3ricas y pr3cticas <i>V3ctor, M. D., Airado, D.</i>	411
Preferencias del profesorado de Educaci3n Primaria en la selecci3n de p3ginas web para el 3rea de Ciencias Naturales <i>Zambrana, M. C., Caballero, M., Maga1a, M.</i>	417
<i>Comunicaciones orales. L3nea 3.</i>	425
Persistencia de ideas alternativas de los alumnos sobre el Enlace Qu3mico a lo largo de la Ense1anza Secundaria y el Bachillerato <i>Aguirre, C., Gonz3lez, E., V3zquez, A., Fern3ndez, R., Cort3s, J. M.</i>	427

Aproximación a las ciencias en Educación Infantil a través de la revista <i>Infancia 0-6</i> <i>Almagro-Fernández, M., Jiménez-Tejada, M. P., Romero-López, M. C.</i>	437
La alimentación en los medios de comunicación escritos <i>Álvarez, M. V., Quílez, M. J., Carrasquer, J.</i>	445
¿Cómo llevar a cabo una metodología alternativa en un contexto educativo complejo?: una experiencia didáctica desde las 3000 viviendas <i>Belmonte, M. R., Morón-Monge, H.</i>	453
Estudio sobre preconceptos de Genética en alumnado de Diversificación Curricular. Análisis del libro de texto mediante matriz DAFO y elaboración de recursos didácticos <i>Caballero, M., Mingoarranz, M. L., Magaña, M.</i>	463
Autopercepción Socio-Emocional de un grupo de alumnos de 5º de Primaria tras la puesta en práctica de un Proyecto de Investigación Escolar para el estudio del Entorno <i>De las Heras, M. A., Reyes, R., De Orta, A., Romero, R.</i>	471
Didáctica de la indagación escolar a partir del vídeo en la formación inicial de maestros <i>De Miguel, J., Ibáñez, M., Aguilar, D., Coaduras, J.</i>	479
Tratamiento que se da al tema de radiactividad en una muestra de libros de texto de 3º de ESO <i>Domínguez, J. M., Corbelle, J.</i>	487
Análisis de guiones de laboratorio elaborados por docentes en formación de Argentina y España <i>Fernández, A., Costillo, E., Rivarosa, A.</i>	495
Elementos del discurso científico. Caso de la lámpara LED <i>Fernández-González, M., Torres-Gil, A. J.</i>	505
Proyecto “zoo aumentado”: vídeos educativos y realidad aumentada para tratar la problemática de la pérdida de biodiversidad <i>Garzón, A., Galindo-Durán, A., Galindo-Cuenca, A.</i>	515
Tipos de actividades en las propuestas didácticas de los futuros maestros de ciencias <i>Hamed, S., Rivero, A.</i>	525
Indagando en el aula de ciencias: primeros pasos <i>Hinojosa, J., Sanmartí, N.</i>	535
¿Qué concepciones tienen los docentes en ejercicio y en formación inicial, sobre el uso didáctico de los videojuegos? <i>Lorca, A. A., Cuenca, J. M., Vázquez, B., Lorca, J. A.</i>	543
As potencialidades do envolvimento das famílias num projeto de ativismo ambiental: resultados do Projeto IRRESISTÍVEL em Portugal <i>Marques, A. R., Espírito-Santo, M.</i>	553
Utilización de vídeos de clase en la formación docente de los profesores de ciencias <i>Martínez, M. B., Cordero, S., Aragüés, A., Gil, M. J.</i>	559
La importancia de la elaboración de materiales para las clases de ciencias por indagación <i>Martínez, M. M., Bárcena, A. I.</i>	567
Propuesta didáctica de ecología mediante la resolución de situaciones problemáticas <i>Martínez, M. M., Rosa, D.</i>	575
La alfabetización científica de alumnos de Formación Profesional Básica mediante el empleo de actividades fuera del contexto escolar en el área de las ciencias naturales <i>Moneo, A., Jiménez, R.</i>	583
El trabajo por proyectos y por resolución de problemas en Educación Ambiental: análisis y tendencias <i>Perales-Palacios, F. J., Ayerbe, J.</i>	593
El artículo de investigación y su rúbrica como instrumentos de aprendizaje y evaluación formativa en ambientes de ABP <i>Ramos, A.</i>	603

Propuesta de aula para mejorar la actitud de los alumnos de bachillerato ante el ruido <i>Rodríguez-Casals, C., Fernández, R.</i>	611
Evaluación de un cuestionario abierto de autorregulación de las emociones en Didáctica de las Ciencias Experimentales <i>Romero-Gutiérrez, M., Martínez-Chico, M., López-Gay Lucio-Villegas, R., Jiménez-Liso, M. R.</i>	621
Trabajando la modelización mediante Cajas Negras en la formación inicial de maestros <i>Solís-Espallargas, C.</i>	629
Motivación de los estudiantes de 3 de la ESO ante el estudio de las reacciones químicas mediante una secuencia didáctica plurimetodológica <i>Vázquez-Moliní, A., González-Felipe, M. E., Aguirre-Pérez, C., Cortés-Simarro, J. M.</i>	639
<i>Comunicaciones orales. Línea 4</i>	647
Emociones y capacidad para aprender asignaturas de ciencias en Educación Secundaria <i>Borrachero, A. B., Dávila, M. A., Fernández, M. J., Costillo, E.</i>	649
El reto del bilingüismo ¿Aprender ciencias y aprender inglés? <i>Bravo-Torija, B., Martínez-Peña, B., Embid, B., Carcelén, N., Gil-Quílez, M. J.</i>	657
Los contenidos procedimentales y actitudinales en las diferentes leyes educativas en España. La necesidad de colaboraciones estudiantes-profesores-científicos para conseguir la alfabetización científica <i>Cáceres, F. J. P., Vílchez-González, J. M., González-García, F.</i>	667
¿Ayuda la utilización de cuestionarios de Moodle a mejorar el rendimiento académico del alumnado? <i>Caminal, A., Puigcerver, M., Colomer, M., Durán, H., Sanz, M. C., Castelló, J.</i>	675
Percepción de la realidad e idealidad de las clases de ciencias según los alumnos de Secundaria y Bachillerato mediante el uso del cuestionario MoLE <i>Charro, M. E., Charro-Huerga, E., Hernández, D. A.</i>	683
¿Influye el género en las emociones experimentadas por los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria hacia el aprendizaje de Física y Química? <i>Dávila, M. A., Borrachero, A. B., Cañada, F., Sánchez, J.</i>	695
¿Qué enseñamos con los libros de Educación Primaria sobre dispositivos y máquinas mecánicas? <i>De Pro, C., de Pro, A., Serrano, F.</i>	703
Opiniones sobre la enseñanza científica y dificultades de aprendizaje de las ciencias en maestros en formación <i>Delgado, J., Vallés, C., Gil, C., López, M. A., Verde, A., Allué, J. R., Vílchez, J. E., Ceballos, M., Escobar, T., Gago, A.</i>	713
Formas de pensar del alumnado sobre radiactividad al finalizar la enseñanza secundaria obligatoria <i>Domínguez, J. M., Corbelle, J.</i>	721
Explicar fenómenos científicamente. Un estudio longitudinal en la universidad <i>Falicoff, C. B., Domínguez, J. M., Odetti, H. S.</i>	729
La función de relación en los estudiantes de Primaria <i>Fuentes, M. J., García, S., López, I.</i>	739
Algunas ideas erróneas sobre las funciones de los nutrientes. Un caso de estudio con maestros <i>García, B., Mateos, A., Ruiz-Gallardo, J. R.</i>	749
El Efecto Sísifo: un fenómeno didáctico en resolución de problemas por transferencia en contextos científicos y contextos de la vida diaria <i>Gómez-Ferragud, C. B., Sanjosé, V., Solaz-Portoles, J. J.</i>	757
Bienestar animal y cuidado de las mascotas, una experiencia en Educación Infantil <i>González-Martínez, E., González-García, F., Romero-López, C.</i>	765
Comprensión acerca de la naturaleza de los modelos en profesores de ciencias de secundaria en formación inicial <i>Jiménez-Tenorio, N., Aragón, L., Blanco, A., Oliva, J. M.</i>	773

Ideas del alumnado universitario sobre la vacunación <i>Maguregi, G., Uskola, A., Burgoa, B.</i>	781
Elaboración y validación de un Modelo de Conocimiento con mapas conceptuales para el estudio de la Materia en 4º de primaria <i>Mateos, M., Martínez, G., Naranjo, F. L.</i>	789
Desarrollo de la competencia científica a través de los ítems PISA según la confluencia entre habilidades y conocimientos procedimentales <i>Muñoz, J., Charro, E.</i>	797
Evolución de la competencia en el uso del concepto de densidad, en la Secundaria <i>Napal, M., Ibarra, J.</i>	805
Las emociones en el aprendizaje de la Biología: Evidencias de una asociación duradera <i>Ochoa de Alda, J. A., Marcos-Merino, J. M., Méndez-Gómez F. J., Esteban, R.</i>	813
"La pregunta del millón". Una estrategia de búsqueda, análisis y selección de información <i>Pérez-Guzmán, C., Vilchez-González, J. M.</i>	821
Programación para el aprendizaje de Física en Bachillerato. Eficacia y permanencia de los conceptos a largo plazo <i>Roldán, C., Perales, F. J., De la Torre, A., Escudero, J.</i>	831
¿Cómo utilizan los estudiantes las pruebas ante un fenómeno con múltiples interpretaciones? <i>Sesto, V., García-Rodeja, I.</i>	839
Inmersión: sumersión y flotación (Delimitación de los contenidos informativos de los vocablos usados en las relaciones entre cuerpos y fluidos) <i>Solano, I., Fernández, E.</i>	849
<i>Comunicaciones orales. Línea 5</i>	857
La Familia Profesional de Sanidad en la FP en Huelva. Motivaciones y obstáculos de acceso a los Ciclos Formativos <i>Cidre-Fernández, I., Vázquez-Bernal, B.</i>	859
Análisis de los conocimientos como parte de la competencia científica para los ciudadanos <i>España-Ramos, E., González-García, F. J., Blanco-López, A., Franco-Mariscal, A. J.</i>	869
Análisis de las emociones en estudiantes de secundaria en el aprendizaje frente al conocimiento de la Biología <i>Fernández, E., Picón, F., Sánchez, M., Ruiz de la Concha, J. I., Costillo, E., Cubero, J.</i>	877
La piedra angular de la EDS: La interdisciplinariedad. Propuesta teórica en Educación Secundaria <i>García, I., Tomé, E.</i>	883
Elaboración de un cuestionario para la evaluación de las competencias en salud del alumnado <i>Gavidia, V., Talavera, M., Sendra, C.</i>	891
Uso publicitario de los elementos científicos presentes en un envase alimentario: Un análisis por parte del profesorado <i>Girón-Gamero, J. R., Blanco-López, A., Lupión-Cobos, T.</i>	899
¿Qué aspectos de la competencia científica evalúan las Pruebas de Acceso a la Universidad en la asignatura de Química? <i>Oliva, J. M., Franco-Mariscal, R., Gil-Montero, M. L. A.</i>	907
Elaboración de Actividades Educativas para la Evolución, Cambio y Mejora de los Conocimientos Previos Afectivo-Sexuales de los Estudiantes de una Institución Penal Española <i>Pozo, A., Cubero, J., Calderón, M., Melo, L. V., Ruiz, C.</i>	915
Hábitos de alimentación en Educación Infantil. Las meriendas escolares <i>Rivadulla-López, J. C., Martínez-Losada, C., Sanjurjo-Arcay, A.</i>	925
Educación Ambiental desde la perspectiva del Decrecimiento: El Huerto Escolar Ecológico <i>Rodríguez-Marín, F., Fernández-Arroyo, J., García, J. E.</i>	933

Los contenidos autonómicos de Física en la LOMCE, o la teoría del caos <i>Vílchez-González, J. M., Perales-Palacios, F. J.</i>	941
<i>Comunicaciones orales. Línea 6</i>	951
Los temas socio-científicos en la última reforma educativa española <i>Abril, A. M., Ariza, M. R., Quesada, A., García, J. F.</i>	953
A Investigação e Inovação Responsáveis em sala de aula: potencialidades e limitações das atividades propostas nos módulos temáticos do Projeto IRRESISTIBLE <i>Azinhaga, P., Marques, A. R.</i>	961
Estratégias para a promoção da ação sociopolítica em contexto educativo: o Concurso PolarAct – Mensagem Polar <i>Azinhaga, P., Reis, P.</i>	969
Adquisición de competencias científicas a través de un concurso de ciencia escolar en contexto no formal <i>Cuesta-López, M. P., Jiménez-Pérez, R.</i>	979
Cartografía de una controversia sociocientífica local. El caso del agua en Almería <i>Díaz-Moreno, N., Jiménez-Liso, M. R.</i>	989
Análisis del contenido científico en el proceso de compra y posibles orientaciones didácticas <i>Fernandez-Sanchez, B., Ezquerro, A.</i>	997
Análisis de las preferencias que muestran los niños hacia los animales: Relación con su entorno escolar <i>Magaña, M., Ezquerro, A.</i>	1005
Análisis de la percepción de un problema ambiental, las invasiones biológicas, en alumnos de primaria y secundaria <i>Muñoz, A. R.</i>	1013
Alunos como Ativistas: o desenvolvimento de exposições científicas como estratégia de ação comunitária fundamentada em investigação – resultados do Projeto IRRESISTIBLE em Portugal <i>Reis, P., Marques, A. R.</i>	1023
Ferias de Ciencia y Tecnología de Costa Rica: una experiencia que motiva la elección de carreras científicas y tecnológicas <i>Retana-Alvarado, D. A., Vázquez-Bernal, B.</i>	1029
Conocimientos, actitudes e intereses de los estudiantes de bachillerato sobre biotecnología <i>Ruiz, C., Banet, E.</i>	1037
Frecuencia y uso de los museos de ciencia como recurso didáctico por parte de los maestros de Primaria <i>Vílchez, J. E., Ceballos, M., de las Heras, M. A., Arsuaga, J. L.</i>	1047
<i>Pósteres. Línea 1</i>	1055
Lo que sienten los estudiantes en las clases de Tecnología. Aplicación de la teoría de las inteligencias múltiples para mejorar el rendimiento emocional <i>Álvarez, G. J., Dávila, M. A., Mellado, V., Sánchez, J.</i>	1057
Simulación de un vertido en una plataforma petrolífera oceánica <i>Balaguer, L., Orbís, M. J., Gómis, J., Aparici, V.</i>	1063
Entrenadores de las disciplinas científicas <i>Branca, M., Esteban, R., Pilosu, V., Sale, V., Soletta, I.</i>	1071
Ideas previas sobre las abejas melíferas en un grupo de alumnos de educación infantil <i>Conde, M. C., Montero, B., Sánchez, J. S.</i>	1081

Métodos de enseñanza activos aplicados a las ciencias experimentales en el contexto de la enseñanza universitaria a distancia <i>González-Gómez, D., Gallego-Picó, A., Bravo, J. C., Garcinuño, R. M., García-Áviles, J., Muñoz, P. J., Fernández, P., Morcillo, M. J., Durand, J. S.</i>	1091
Contribuições das tecnologias da informação e comunicação para o ensino de ciências em um curso de formação de professores na modalidade semipresencial <i>Bonzanini, T. K., Moura, M. S. L.</i>	1099
Estratégias didáticas no ensino de ciências: a importância das aulas práticas <i>Moura, M. S. L., Bonzanini, T. K.</i>	1107
Las TIC como elemento vertebrador del aprendizaje relacional basado en proyectos en enseñanzas medias <i>Luque, F. J., Morante, F., Mendoza-Fernández, A. J., Martínez-Hernández, F., Mota, J. F.</i>	1113
Las TIC en la Educación Científica. Un Atlas Digital de Micología <i>Márquez, J. R., Villagrán, C. L., Suárez, P. G., Meneses, M. C., Escobedo, A. B., Zenteno, D.</i>	1121
Una experiencia didáctica en el aula a través del seguimiento de flora amenazada <i>Mendoza-Fernández, A. J., Salmerón-Sánchez, E., Pérez-García, F. J., Martínez-Hernández, F., Garrido-Becerra, J. A., Merlo, M. E., López de Haro, F., Luque, F. J., Morante, F., Mota, J. F.</i>	1129
Cambios en la percepción de la minería de pizarra. Una propuesta didáctica experimentada con alumnos de bachillerato <i>Míguez-Rodríguez, L. J., González, C., De Paz, C.</i>	1139
Investigamos sobre las abejas a través de una propuesta en el aula de educación infantil <i>Montero, B., Conde, M. C., Sánchez, J. S.</i>	1149
Las salidas didácticas en la formación inicial del profesorado de Educación Infantil <i>Morentin, M.</i>	1159
Resultados preliminares de satisfacción en asignaturas impartidas con contenidos en inglés en la Escuela de Ingenierías Agrarias (UEX) <i>Petrón, M. J., Pérez, F., Andrés, A. I., Timón, M. L.</i>	1167
Estrategias de internacionalización curricular en la Escuela de Ingenierías Agrarias (UEX) <i>Petrón, M. J., Timón, M. L., Pérez-Navado, F., Carrapiso, A. I., Gaspar, P., Martín, L., Andrés, A. I.</i>	1173
“Control de velocidad: ¿cómo detectar la velocidad de un coche en movimiento?”. La adquisición de competencias científicas a través de experimentos con sensores <i>Ramírez, J. R., Aguilera, T. L., Artigas, C., Bofill, S., Franch, P., Guitart, F., Mas, M., Ríos, C., Tortosa, M.</i>	1179
Educación Nutricional mediante trabajo colaborativo multidisciplinar con un enfoque Aprendizaje-Servicio <i>Romero-López, M. C., Jiménez-Tejada, M. P., González-García, F., Carrillo-Rosúa, F. J., Barón, S. D., Casas-Castillo, R., Ruiz-Rodríguez, L.</i>	1187
<i>Pósteres. Línea 2.</i>	1195
Análisis de las creencias pedagógicas y científicas de futuros maestros de infantil antes y después de una propuesta didáctica en torno a la alfabetización científica <i>Eugenio, M., Aragón, L., Jiménez-Tenorio, N., Vicente, J. J.</i>	1197
¿De dónde procede el magma que expulsan los volcanes? Experiencia piloto de una propuesta basada en el uso de pruebas para la formación inicial del profesorado de Educación Primaria <i>Fernández-Oliveras, A., Vélchez-González, J. M., Carrillo-Rosúa, J.</i>	1205
Propuestas didácticas de los futuros profesores de ciencias sobre la ciencia de la sostenibilidad <i>García, A., Castro, M. D., Domínguez, C., García, I., Tome, E.</i>	1213
Persistencia de concepciones alternativas sobre Electricidad en Maestros en Formación <i>González-Gómez, D., Airado, D., Jeong, J. S.</i>	1223

Competencias profesionales docentes y modelos didácticos de profesores noveles de ciencias <i>Jara, R., Morales, C., Quiñones, P., Satlov, M.</i>	1231
A formação inicial de professores e a instrumentação para o ensino de Ciências <i>Bonzanini, T. K., Moura, M. S. L.</i>	1239
Estrategias de formación para futuros maestros y escolares: Estudio de la Materia <i>Laso, S., Ruiz, M.</i>	1247
Resignificación del contexto Ciudad-Escuela como hábitat local: experiencia de formación continua del profesorado en Educación Ambiental <i>Lopera, M.</i>	1255
Formación continua y desarrollo profesional docente mediante pasantías científicas: la enseñanza de habilidades científicas <i>Mardones-Arismendi, C., Martínez-Galaz, C., Carvajal-Salamanca, J. L.</i>	1263
Creencias de profesorado de secundaria en formación inicial sobre su papel en el aula de ciencias <i>Martin, C., Prieto, T.</i>	1271
Evidencia de un aprendizaje basado en contexto que promueve la modelización del cambio químico <i>Moraga, S., Izquierdo, M.</i>	1279
Potenciar el desarrollo profesional docente a través de la reflexión metacognitiva de las creencias acerca de la sexualidad y el género <i>Plaza, M. V., González, L., Meinardi, E.</i>	1287
Creencias del profesorado de secundaria en formación inicial sobre el aprendizaje de las ciencias: Un estudio descriptivo <i>Pontes, A., Poyato, F. J., Oliva, J. M.</i>	1295
Uso de estándares de aprendizaje evaluables de la LOMCE en la enseñanza de las ciencias: Primaria, Secundaria y Magisterio <i>Ponz, A., Carrasquer, B., Álvarez, M. V., Laguna, J. I., Esterán, P., Górriz, M., Carrasquer, J.</i>	1305
<i>Pósteres. Línea 3.</i>	1313
El uso de simuladores como recurso didáctico para la enseñanza de las ciencias a través de la modelización <i>Aragón, L., Jiménez-Tenorio, N.</i>	1315
Diseño de materiales didácticos de Educación Ambiental basados en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama <i>Caballero, M., Martínez, S., Hernández, B., Elvira, J.</i>	1323
Identificación de preguntas y formulación de hipótesis en una experiencia de segregación por agitación mecánica. Un estudio con futuro profesorado de Educación Primaria <i>Criado, A. M., García-Carmona, A., Cruz-Guzmán, M.</i>	1333
Preguntas que plantean los futuros maestros al diseñar una actividad experimental <i>Cruz-Guzmán, M., García-Carmona, A., Criado, A. M.</i>	1343
As narrativas de ficção científica na educação em ciências: uma análise sobre as concepções de professores portugueses em formação <i>Ferreira, J. C. D., Reis, P.</i>	1351
Enseñanza de la biología evolutiva: una mirada desde el conocimiento didáctico del contenido <i>González, L., Pérez, G., Meinardi, E.</i>	1359
El enfoque de los contenidos sobre rocas y minerales en libros de texto de 1º de ESO <i>Jaén, M., Roca, M. L.</i>	1367
¡Que la fuerza del limón te acompañe! Electroquímica en el aula <i>Márquez, J. R., Carmona, G., Moreno, A., Márquez, M. N., Villagrán, C. L., Lizárraga, S.</i>	1375
Concepciones epistemológicas y didácticas de profesores de física y su relación con las prácticas docentes: un estudio de casos en la universidad <i>Palomera-Rojas, P., Martínez-Galaz, C., Carvajal-Salamanca, J. L.</i>	1381

Concepciones sobre quiroptero fauna en estudiantes de octavo grado de la Institución Educativa Técnico Superior de Neiva (Huila-Colombia) <i>Rivera, S., Amórtogui, E.</i>	1389
Indagación para la enseñanza de la nutrición en secundaria: ¿Cómo conservarías las bacaladillas? <i>Vegas-Molina, M., Romero-López, M. C., González-González, M. P.</i>	1397
Valoración de la calidad docente a través de encuestas de opinión a estudiantes de la Licenciatura en Química <i>Víctor, M. D., Airado, D.</i>	1403
<i>Pósteres. Línea 4.</i>	1409
Studying the soil: from the school organic garden to the ibse activity in the classroom <i>Acqua, A., Pennesi, D., Stacchiotti, L., Paris, E.</i>	1411
Investigando la demanda cognitiva del currículo de Biología mediante las relaciones semánticas entre verbos <i>Alda, F. L., Gil, M. J., Rodríguez, M. J.</i>	1419
¿Ha mejorado el conocimiento sobre la nutrición de las plantas desde los años 90? Un análisis temporal con alumnado de Primaria y Secundaria <i>Barrutia, O., Ruiz-González, A., Zuazagoitia, D., Goñi, E., Sukarrieta Taldea, Díez, J. R.</i>	1427
Educación Ambiental: fotosíntesis y respiración <i>Carrasquer, B., Ponz, A., Álvarez, M. V.</i>	1435
La densidad de los peces <i>Carrasquer, B., Ponz, A., Lázaro, C., Bujeda, J.</i>	1443
Ideas previas de salud y enfermedad en niños de Educación Infantil de 5 años <i>García-García, I., Jiménez-Tejada, M. P., Romero-López, M. C.</i>	1451
Sobre la fiabilidad y utilidad del test MATE (Medida de la Aceptación de la Teoría de la Evolución) para medir el conocimiento de alumnos de Bachillerato <i>Martínez-Hernández, F., Mendoza-Fernández, A. J., Salmerón-Sánchez, E., Pérez-García, J. F., Garrido-Becerra, J. A., Merlo-Calvente, M. E., Mota-Poveda, J. F.</i>	1459
Conocimientos de Biología Vegetal en estudiantes de Educación Secundaria. Un estudio comparativo entre centros <i>Martín-Leyva, A., González-García, F., Artacho-Cordón, F., Medina-Gálvez, L.</i>	1467
Why are soils different? A lab with the ibse approach <i>Pennesi, D., Acqua, A., Stacchiotti, L., Paris, E.</i>	1475
Actitud del alumnado de ESO hacia la Geología: primeros resultados de un estudio en la Comunidad Autónoma Vasca <i>Sanz, J., Zamalloa, T., Echevarría, I., Maguregi, G., Fernández, L., Casas, N.</i>	1481
Caracterización de la comprensión de estudiantes de secundaria sobre procesos de transformación de la materia <i>Sesto, V., García-Rodeja, I.</i>	1489
Evaluación de la competencia comunicativa mediante rúbricas en enseñanzas universitarias <i>Víctor, M. D.</i>	1499
<i>Pósteres. Línea 5.</i>	1505
Una escuela de valores para el cuidado del medio ambiente y del planeta en el que vivimos <i>Hernández, L.</i>	1507
Un estudio inicial sobre la importancia del hábito del desayuno de media mañana en alumnado de 1º de ESO <i>Rodrigo-Gómez, M., Rodrigo, M.</i>	1515

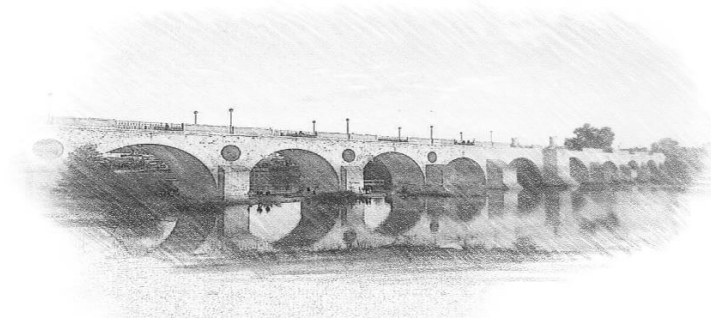
<i>Pósteres. Línea 6.</i>	1523
Percepción de los maestros sobre los Incendios Forestales <i>Alcahud, M., Ruiz-Gallardo, J. R., Paños, E.</i>	1525
Avaliar a Saúde do Planeta através das Regiões Polares: um módulo de ensino do projeto IRRESISTIBLE para a promoção da Investigação e Inovação Responsáveis <i>Azinhaga, P.</i>	1533
¿Sabes realmente lo que dicen los futuros maestros antes de recibir instrucción en ciencias? <i>Bravo, J. L., Cañada, F.</i>	1541
Diseño de una experiencia para la educación científica y matemática en contextos no formales basada en juegos de mesa del mundo <i>Gutiérrez-Perera, C. S., Fernández-Oliveras, A., Oliveras, M. L.</i>	1549
Agir e sensibilizar: práticas de educação ambiental na formação inicial de professores <i>Linhares, E., Reis, P.</i>	1557
Contribución al estudio de la incidencia de alergias alimentarias en niños de infantil y primaria <i>Navarro, E., De Prada, P., Vidal-Aragón, M. C., Riaguas, E.</i>	1565
Uso de TIC para el manejo de información digital por parte de alumnos de Física y Química de nivel de E.S.O en la Región de Murcia (España) <i>Valverde-Crespo, D., De Pro, A., González-Sánchez, J.</i>	1573
<i>Mesa redonda 1</i>	1581
Ayudas a la investigación en didáctica de las ciencias experimentales en programas estatales <i>Mellado, V.</i>	1583
Internacionalizar investigaciones en Didácticas de las Ciencias Experimentales: proyectos europeos <i>Abril, A. M., Ariza, M. R.</i>	1589
Dilemas y tensiones ante la toma de decisiones en torno a qué, dónde y cuándo publicar en revistas sobre educación científica <i>Oliva, J. M.</i>	1597
<i>Mesa redonda 2</i>	1605
La práctica de la enseñanza de las ciencias: estrategias para el cambio <i>Do Carmo, C. M., Jiménez-Liso, R., López, F., Porlán, R., Rivero, A.</i>	1607
<i>Mesa redonda 3</i>	1617
¿Qué problemas tiene la formación inicial de maestros en España? <i>De Pro, A.</i>	1619
Análisis actual de la formación inicial del profesorado de ciencias de educación secundaria: problemas y perspectivas <i>Pontes, A.</i>	1627

Índice de Autores

- Abril, A. M. 953, 1589
Acevedo-Díaz, J. A. 13
Acqua, A. 1411, 1475
Aguilar, D. 479
Aguilera, T. L. 1179
Aguirre, C. 427
Aguirre-Pérez, C. 639
Airado, D. 159, 411, 1223, 1403
Alcahud, M. 1525
Alda, F. L. 1419
Allué, J. R. 713
Almagro-Fernández, M. 437
Alvarado, C. 167
Álvarez, G. J. 1057
Álvarez, M. V. 445, 1305, 1435
Amórtégui, E. 175, 1389
Andrés, A. I. 1167, 1173
Aparici, V. 1063
Aragón, L. 773, 1197, 1315
Aragón-Méndez, M. M. 13
Aragüés, A. 559
Ariño, M. A. 303
Ariza, M. R. 953, 1589
Arroita, M. 31
Arsuaga, J. L. 1047
Artacho-Cordón, F. 1467
Artigas, C. 1179
Ayerbe, J. 593
Azcárate, P. 227
Azinhaga, P. 961, 969, 1533
Balaguer, L. 1063
Banet, E. 1037
Baños, I. 183
Bárcena, A. I. 567
Barón, S. D. 1187
Barrutia, O. 1427
Belmonte, M. R. 453
Blanco, A. 773
Blanco-López, A. 869, 899
Bofill, S. 1179
Bonzanini, T. K. 1099, 1107, 1239
Borrachero, A. B. 649, 695
Branca, M. 1071
Bravo, B. 319
Bravo, J. C. 1091
Bravo, J. L. 1541
Bravo-Torija, B. 287, 657
Bujeda, J. 1443
Burgoa, B. 781
Caballero, M. 417, 463, 1323
Cáceres, F. J. P. 667
Cachapuz, A. F. 7
Calderón, M. 915
Caminal, A. 345, 675
Cañada, F. 327, 695, 1541
Carcelén, N. 657
Carmona, G. 1375
Carrapiso, A. I. 1173
Carrasquer, B. 1305, 1435, 1443
Carrasquer, J. 445, 1305
Carrillo-Rosúa, F. J. 1187
Carrillo-Rosúa, J. 1205
Carvajal-Salamanca, J. L. 1263, 1381
Casas, N. 1481
Casas-Castillo, R. 1187
Castelló, J. 675
Castro, M. D. 1213
Ceballos, M. 713, 1047
Charro, E. 263, 797
Charro, M. E. 683
Charro-Huerga, E. 683
Cidre-Fernández, I. 859
Coiduras, J. 479
Colomer, M. 675
Conde, M. C. 1081, 1149
Corbelle, J. 487, 721
Cordero, S. 191, 559
Cortés, A. L. 379
Cortés, J. M. 427
Cortés-Simarro, J. M. 639
Costillo, E. 495, 649, 877
Couso, D. 235
Criado, A. M. 1333, 1343
Cruz-Guzmán, M. 1333, 1343
Cubero, J. 877, 915
Cuenca, J. M. 543
Cuesta-López, M. P. 979
Dávila, M. A. 649, 695, 1057
De Echave, A. 219
De la Torre, A. 831
De las Heras, M. A. 21, 471, 1047
De Miguel, J. 479
De Orta, A. 21, 471
De Paz, C. 1139
De Prada, P. 1565
De Pro, A. 65, 201, 271, 703, 1573, 1619
De Pro, C. 703
Delgado, J. 713
Díaz-Moreno, N. 989
Díez, J. R. 31, 1427
Do Carmo, C. M. 1607
Domínguez, C. 1213
Domínguez, J. M. 487, 721, 729
Durán, H. 675
Durand, J. S. 1091
Echevarría, I. 1481
Elvira, J. 1323
Embid, B. 657
Escobar, T. 713
Escobedo, A. B. 1121
Escrivà-Colomar, I. 209
Escudero, J. 831
España-Ramos, E. 869
Espinete, M. 149
Espírito-Santo, M. 553
Esteban, R. 813, 1071
Esterán, P. 1305
Esteve, P. 183
Eugenio, M. 1197
Ezquerria, A. 997, 1005
Falicoff, C. B. 729
Fernández, A. 495, 1113, 1129, 1459
Fernández, E. 849, 877
Fernández, L. 1481
Fernández, M. J. 649
Fernández, P. 1091
Fernández, R. 427, 611
Fernández-Arroyo, J. 933
Fernández-González, M. 505
Fernández-Oliveras, A. 1205, 1549
Fernandez-Sanchez, B. 997
Ferreira, J. C. D. 1351
Ferrer, L. M. 219, 287
Forcadell, L. 287
Franch, P. 1179
Franco-Mariscal, A. J. 869
Franco-Mariscal, R. 907
Fuentes, M. J. 311, 739
Gago, A. 713
Galindo-Cuenca, A. 515
Galindo-Durán, A. 515

<i>Gallego-Picó, A.</i>	1091	<i>Hinojosa, J.</i>	535	<i>Marques, A. R.</i>	553, 961, 1023
<i>García, A.</i>	345, 1213	<i>Ibáñez, M.</i>	479	<i>Márquez, C.</i>	105, 121
<i>García, B.</i>	749	<i>Ibarra, J.</i>	805	<i>Márquez, J. R.</i>	1121, 1375
<i>García, I.</i>	883, 1213, 1451	<i>Illescas-Navarro, M.</i>	97	<i>Márquez, M. N.</i>	1375
<i>García, J. E.</i>	933	<i>Iradi, M.</i>	31	<i>Martín del Pozo, R.</i>	303
<i>García, J. F.</i>	953, 1459	<i>Izquierdo, M.</i>	245, 1279	<i>Martín, C.</i>	1271
<i>García, S.</i>	5, 739	<i>Jaén, M.</i>	183, 1367	<i>Martín, L.</i>	1173
<i>García-Áviles, J.</i>	1091	<i>Jara, R.</i>	41, 1231	<i>Martín, P.</i>	303
<i>García-Carmona, A.</i>	13, 1333, 1343	<i>Jeong, J. S.</i>	159, 1223	<i>Martínez, C.</i>	311
<i>García-García, I.</i>	1451	<i>Jiménez, G.</i>	49	<i>Martínez, G.</i>	81, 789
<i>García-González, E.</i>	227	<i>Jiménez, R.</i>	583	<i>Martínez, M. B.</i>	559
<i>García-Rodeja, I.</i>	839, 1489	<i>Jiménez, S.</i>	65	<i>Martínez, M. M.</i>	567, 575
<i>Garcinuño, R. M.</i>	1091	<i>Jiménez-Fontana, R.</i>	227	<i>Martínez, S.</i>	1323
<i>Garrido, A.</i>	235	<i>Jiménez-Liso, M. R.</i> 621, 989, 1607		<i>Martínez-Aznar, M. M.</i>	371
<i>Garrido-Becerra, J. A.</i>	1129, 1459	<i>Jiménez-Pérez, R.</i>	979	<i>Martínez-Chico, M.</i>	621
<i>Garritz, A.</i>	167	<i>Jiménez-Tejada, M. P.</i> ...437, 1187, 1451		<i>Martínez-Galaz, C.</i>	1263, 1381
<i>Garzón, A.</i>	515	<i>Jiménez-Tenorio, N.</i>	773, 1197, 1315	<i>Martínez-Hernández, F.</i>	1113, 1129, 1459
<i>Gaspar, P.</i>	1173	<i>Joglar, C.</i>	255	<i>Martínez-Losada, C.</i>	925
<i>Gavidia, V.</i>	175, 891	<i>Jorge, F. R.</i>	335	<i>Martínez-Peña, B.</i>	657
<i>Gil, C.</i>	73, 713	<i>Laguna, J. I.</i>	1305	<i>Martín-Leyva, A.</i>	1467
<i>Gil, M. J.</i>	559, 1419	<i>Laso, S.</i>	57, 1247	<i>Mas, M.</i>	403, 1179
<i>Gil-Montero, M. L. A.</i>	907	<i>Lázaro, C.</i>	1443	<i>Mateo, E.</i>	219
<i>Gil-Quílez, M. J.</i>	657	<i>Linhares, E.</i>	1557	<i>Mateos, A.</i>	749
<i>Girón-Gambero, J. R.</i>	899	<i>Lizárraga, S.</i>	1375	<i>Mateos, M.</i>	789
<i>Gómez-Ferragud, C. B.</i>	757	<i>Lopera, M.</i>	263, 1255	<i>Mayoral, O.</i>	175
<i>Gómis, J.</i>	1063	<i>López de Haro, F.</i>	1129	<i>Mazas, B.</i>	319
<i>González, C.</i>	1139	<i>López, F.</i>	1607	<i>Medina-Gálvez, L.</i>	1467
<i>González, D.</i>	159	<i>López, I.</i>	739	<i>Meinardi, E.</i>	1287, 1359
<i>González, E.</i>	227, 427	<i>López, L.</i>	65	<i>Mellado, V.</i>	327, 1057, 1583
<i>González, L.</i>	1287, 1359	<i>López, M. A.</i>	713	<i>Melo, L. V.</i>	327, 915
<i>González-Felipe, M. E.</i>	639	<i>López-Banet, L.</i>	271	<i>Méndez-Gómez F. J.</i>	813
<i>González-García, F.</i> 667, 765, 869, 1187, 1467		<i>López-Gay Lucio-Villegas, R.</i> ...621		<i>Mendoza-Fernández, A. J.</i>	1113, 1129, 1459
<i>González-García, F. J.</i>	869	<i>López-Lozano, L.</i>	279	<i>Meneses, M. C.</i>	1121
<i>González-Gómez, D.</i>	1091, 1223	<i>López-Luengo, M. A.</i>	73	<i>Merlo, M. E.</i>	1129
<i>González-González, M. P.</i>	1397	<i>Lorca, A. A.</i>	543	<i>Merlo-Calvente, M. E.</i>	1459
<i>González-Martínez, E.</i>	765	<i>Lorca, J. A.</i>	543	<i>Míguez-Rodríguez, L. J.</i>	1139
<i>González-Sánchez, J.</i>	1573	<i>Lucha, P.</i>	287	<i>Mingoarranz, M. L.</i>	463
<i>Goñi, E.</i>	1427	<i>Lupiñón, T.</i>	295	<i>Miquelín, A. F.</i>	395
<i>Górriz, M.</i>	1305	<i>Lupiñón-Cobos, T.</i>	899	<i>Molina, N.</i>	81
<i>Guitart, F.</i>	1179	<i>Luque, F. J.</i>	1113	<i>Moneo, A.</i>	583
<i>Guitart, J.</i>	345	<i>Magaña, M.</i>	417, 463, 1005	<i>Montero, B.</i>	1081, 1149
<i>Gutiérrez, L.</i>	141	<i>Maguregi, G.</i>	781, 1481	<i>Moraga, S.</i>	1279
<i>Gutiérrez-Perera, C. S.</i>	1549	<i>Manassero-Mas, M. A.</i>	403	<i>Morales, C.</i>	41, 1231
<i>Hamed, S.</i>	525	<i>Marbà-Tallada, A.</i>	121	<i>Morante, F.</i>	1113, 1129
<i>Hernández, B.</i>	1323	<i>Marchán, I.</i>	345	<i>Morcillo, M. J.</i>	1091
<i>Hernández, D. A.</i>	683	<i>Marcos-Merino, J. M.</i>	813	<i>Moreno, A.</i>	1375
<i>Hernández, L.</i>	1507	<i>Mardones-Arismendi, C.</i>	1263	<i>Morentin, M.</i>	1159
<i>Herrera, A.</i>	41	<i>Margazo, M.</i>	345	<i>Morón-Monge, H.</i>	89, 453
<i>Herrera, E.</i>	245	<i>Marín, E.</i>	327	<i>Mota, J. F.</i>	1113, 1129

<i>Mota-Poveda, J. F.</i>	1459	<i>Quesada, A.</i>	953	<i>Sanjurjo-Arcay, A.</i>	925
<i>Moura, M. S. L.</i>	1099, 1107, 1239	<i>Quílez, M. J.</i>	445, 657	<i>Sanmartí, N.</i>	105, 535
<i>Muñoz, A. R.</i>	1013	<i>Quintanilla, M.</i>	255	<i>Sanz, J.</i>	141, 1481
<i>Muñoz, J.</i>	797	<i>Quintero, N.</i>	131	<i>Sanz, M. C.</i>	675
<i>Muñoz, L.</i>	113	<i>Quiñones, P.</i>	1231	<i>Satlov, M.</i>	1231
<i>Muñoz, P. J.</i>	1091	<i>Quitian, J.</i>	131	<i>Sendra, C.</i>	891
<i>Muñoz-Franco, G.</i>	97	<i>Ramírez, J. R.</i>	1179	<i>Serrano, F.</i>	703
<i>Napal, M.</i>	805	<i>Ramos, A.</i>	603	<i>Sesto, V.</i>	839, 1489
<i>Naranjo, F. L.</i>	81, 789	<i>Reis, P.</i>	969, 1023, 1351, 1557	<i>Solano, I.</i>	849
<i>Navarrete, A.</i>	227	<i>Retana-Alvarado, D. A.</i> ..	363, 1029	<i>Solaz-Portoles, J. J.</i>	757
<i>Navarro, E.</i>	1565	<i>Reyes, R.</i>	21, 471	<i>Soletta, I.</i>	1071
<i>Nortes, R.</i>	201	<i>Riaguas, E.</i>	1565	<i>Solís, E.</i>	279
<i>Ochoa de Alda, J. A.</i>	813	<i>Ríos, C.</i>	1179	<i>Solís-Espallargas, C.</i>	387, 629
<i>Odetti, H. S.</i>	729	<i>Rivadulla, J. C.</i>	311	<i>Sosa, A. M.</i>	167
<i>Oliva, J. M.</i>	773, 907, 1295, 1597	<i>Rivadulla-López, J. C.</i>	925	<i>Souza, G. F.</i>	395
<i>Oliveras, B.</i>	105	<i>Rivarosa, A.</i>	495	<i>Stacchiotti, L.</i>	1411, 1475
<i>Oliveras, M. L.</i>	1549	<i>Rivera, S.</i>	1389	<i>Suárez, P. G.</i>	1121
<i>Orbís, M. J.</i>	1063	<i>Rivero, A.</i>	209, 525, 1607	<i>Sukarrieta Taldea,</i>	1427
<i>Pabón, T.</i>	113	<i>Roca, M. L.</i>	1367	<i>Sukarrieta Taldea, Díez, J. R.</i>	1427
<i>Paixão, F.</i>	335	<i>Rodrigo, M.</i>	1515	<i>Talavera, M.</i>	891
<i>Palomera-Rojas, P.</i>	1381	<i>Rodrigo-Gómez, M.</i>	1515	<i>Timón, M. L.</i>	1167, 1173
<i>Paños, E.</i>	1525	<i>Rodríguez, M. J.</i>	1419	<i>Tomé, E.</i>	883, 1213
<i>Paris, E.</i>	1411, 1475	<i>Rodríguez-Arteche, I.</i>	371	<i>Torres-Gil, A. J.</i>	505
<i>Pau, I.</i>	121	<i>Rodríguez-Casals, C.</i>	611	<i>Tortosa, M.</i>	1179
<i>Pennesi, D.</i>	1411, 1475	<i>Rodríguez-Marín, F.</i>	933	<i>Uskola, A.</i>	781
<i>Peraita, L.</i>	57	<i>Rojas, N. D.</i>	131	<i>Valdés-Sánchez, L.</i>	149
<i>Perales, F. J.</i>	831	<i>Roldán, C.</i>	831	<i>Vallés, C.</i>	73, 713
<i>Perales-Palacios, F. J.</i>	593, 941	<i>Romero, R.</i>	471	<i>Vallverdú, J.</i>	113
<i>Pérez, F.</i>	1167	<i>Romero-Gutiérrez, M.</i>	621	<i>Valverde-Crespo, D.</i>	1573
<i>Pérez, G.</i>	1359	<i>Romero-López, C.</i>	765	<i>Vázquez, A.</i>	427
<i>Pérez-García, F. J.</i>	1129	<i>Romero-López, M. C.</i>	437, 1187,	<i>Vázquez, B.</i>	543
<i>Pérez-García, J. F.</i>	1459	1397, 1451		<i>Vázquez-Alonso, A.</i>	403
<i>Pérez-Guzmán, C.</i>	821	<i>Rosa, D.</i>	575	<i>Vázquez-Bernal, B.</i> ..	363, 859, 1029
<i>Pérez-Nevado, F.</i>	1173	<i>Ruiz, C.</i>	915, 1037	<i>Vázquez-Moliní, A.</i>	639
<i>Petrón, M. J.</i>	1167, 1173	<i>Ruiz, J. I.</i>	877	<i>Vegas-Molina, M.</i>	1397
<i>Picón, F.</i>	877	<i>Ruiz, M.</i>	57, 1247	<i>Verde, A.</i>	713
<i>Pilosu, V.</i>	1071	<i>Ruiz-Gallardo, J. R.</i>	749, 1525	<i>Vicente, J. J.</i>	1197
<i>Pinheiro, N. A. M.</i>	395	<i>Ruiz-González, A.</i>	1427	<i>Víctor, M. D.</i>	411, 1403, 1499
<i>Pipitone, C.</i>	345	<i>Ruiz-Rodríguez, L.</i>	1187	<i>Vidal-Aragón, M. C.</i>	1565
<i>Pirrami, F.</i>	353	<i>Sáez, M. J.</i>	379	<i>Vílchez, J. E.</i>	713, 1047
<i>Plaza, M. V.</i>	1287	<i>Sale, V.</i>	1071	<i>Vílchez-González, J. M.</i> ...	667, 821,
<i>Pontes, A.</i>	1295, 1627	<i>Salmerón-Sánchez, E.</i> ...	1129, 1459	941, 1205	
<i>Ponz, A.</i>	1305, 1435, 1443	<i>Sánchez, J.</i> ..	695, 1057, 1081, 1149,	<i>Villagrán, C. L.</i>	1121, 1375
<i>Porlán, R.</i>	1607	1573		<i>Zamalloa, T.</i>	1481
<i>Poyato, F. J.</i>	1295	<i>Sánchez, J. S.</i>	1081, 1149	<i>Zambrana, M. C.</i>	417
<i>Pozo, A.</i>	327, 915	<i>Sánchez, M.</i>	877	<i>Zenteno, D.</i>	1121
<i>Prieto, T.</i>	1271	<i>Sánchez, N.</i>	345	<i>Zuazagoitia, D.</i>	1427
<i>Puigcerver, M.</i>	675	<i>Sanjosé, V.</i>	757	<i>Zucchi, M.</i>	191



27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales

PRESENTACIÓN

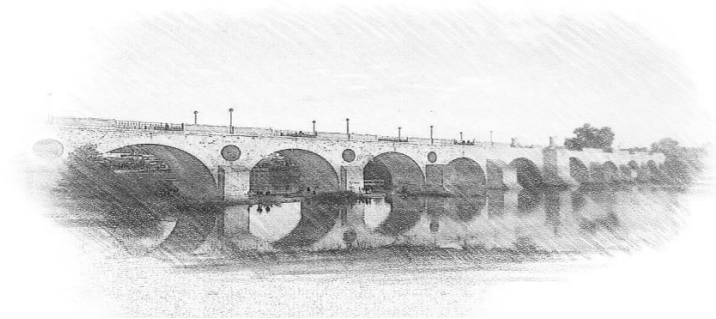
Los Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales son un foro para la puesta en común de los avances y de las líneas de investigación del área, tanto a nivel nacional como a nivel Iberoamericano. Es por eso que, en esta edición (27EDCE) celebrada en Badajoz, se ha querido aprovechar la situación de cercanía con Portugal para impulsar aún más esta cooperación. Y se ha dejado reflejada esta intención en el lema elegido *“Tendiendo puentes entre España y Portugal”*. Como en ediciones anteriores, en este congreso se ha apostado por la participación de investigadores de Iberoamérica, ya que en los últimos años países como Brasil, México, Argentina o Colombia están siendo un referente en la Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Los objetivos del congreso son i) poner en común lo que se está haciendo desde la Didáctica de las Ciencias para afrontar la falta de vocaciones científicas, que en ocasiones está relacionada con la mediocre alfabetización científica de la población; y ii) analizar qué metodologías se pueden establecer para mejorar la competencia científica en la enseñanza/aprendizaje de las Ciencias, tanto a nivel cognitivo como emocional.

A través de la publicación de estas Actas se comparten y difunden todas las comunicaciones presentadas a los 27EDCE, ya que, sin duda, pueden contribuir al desarrollo y mejora de la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Experimentales.

Florentina Cañada Cañada

Coordinadora de los 27 Encuentros
de Didáctica de las Ciencias Experimentales



CONFERENCIAS PLENARIAS

Conferencia Inaugural

Dra. Susana García Barros

Departamento de Pedagogía y Didáctica

Universidade da Coruña. España

Conocimiento científico conocimiento didáctico. Una tensión permanente en la formación docente

Conferencia de clausura

Dr. Antonio Francisco Carrelhas Cachapuz

Departamento de educação

Universidade de Aveiro. Portugal

Cultura científica y defensa de la ciudadanía

Conocimiento científico conocimiento didáctico. Una tensión permanente en la formación docente

García, S.

*Universidade da Coruña.
susg@udc.es*

Toda mejora e innovación del modelo educativo demanda la intervención de profesionales preparados e implicados en la misma que garantice su éxito, de ahí que la formación docente sea un tema especialmente sensible. Esta preocupación por la formación docente ha inspirado la investigación en el área de la didáctica de las ciencias, constituyendo una de las líneas de especial vitalidad. Así la investigación ha permitido determinar qué debe saber y saber hacer el profesor/a de ciencias, definiendo su competencia profesional. Además ha aportado abundantes datos sobre el conocimiento científico de los docentes, su pensamiento respecto a qué y cómo enseñar, sobre sus propias necesidades formativas, etc. Sin embargo hay aspectos relativos a las características de la formación de maestros, en lo que a la enseñanza de las ciencias se refiere, que siendo pertinentes, sobre todo en este momento en que ya son varias las promociones de maestros que han cursado los nuevos grados, no fueron suficientemente atendidos. Por tal motivo consideramos oportuno aportar un grano de arena en este sentido tratando de poner sobre la mesa datos que den respuesta a las siguientes cuestiones: ¿Cuál es la presencia de las materias obligatorias dedicadas a las ciencias y/o a la enseñanza/aprendizaje de las ciencias en los planes de estudios de los grados en Educación Primaria en las universidades españolas? y ¿en qué medida estas materias conjugan el estudio del ámbito didáctico con el científico? Estos datos, obtenidos del análisis de las guías docentes de las citadas materias obligatorias incluidas en los planes de estudio de los grados en Educación Primaria de 35 de nuestras universidades públicas, apuntan a que todavía persiste la tensión entre los ámbitos científicos y didáctico en la formación de maestros/as y que su integración, al menos en la declaración formal de contenidos no es, desafortunadamente, la tónica general. Se aboga por promover la integración equilibrada de ambos ámbitos en el marco de contextos realmente profesionales que den sentido a los aprendizajes que el nuevo maestro/a necesita.

Cultura científica e defesa da cidadania

Cachapuz, A. F.

Universidade de Aveiro/CIDTFF, Portugal

cachapuz@ua.pt

“A Ciência pode esclarecer as questões, calcular os custos relativos dos vários cursos alternativos de acção, mostrar as melhores maneiras de implementação. Mas não pode tirar de nós a responsabilidade humana pela escolha e pela decisão” (Ferrarotti, 1998). Cerca de vinte anos antes, ao dar voz aos cidadãos, a citação espelha a ideia de que o projecto moderno da ciência não se deve esgotar na estrita racionalidade epistémica positivista. Aproxima campos disciplinares separados por muros ideológicos, epistemológicos e preconceitos. É uma visão de raiz humanista ancorada numa cidadania da modernidade valorizando o factor humano, o conhecimento, a solidariedade, a participação na resolução dos nossos problemas não reduzida à escolha de soluções possíveis previamente propostas ou mera representação democrática de ordem formal. Sendo certo que a construção da cidadania pode e deve abarcar outras dimensões da vida intelectual e social que não se esgotam na cultura científica, não é menos verdade que, tendo em conta a amplitude dos processos de cientificização das sociedades modernas (Beck, 2008), importa criar oportunidades e condições para que os cidadãos desenvolvam uma adequada cultura científica, aqui entendida como a qualidade que dá sentido e orientação ao conhecimento científico, questionando - o se necessário, mas que não deve confundir-se com ele.

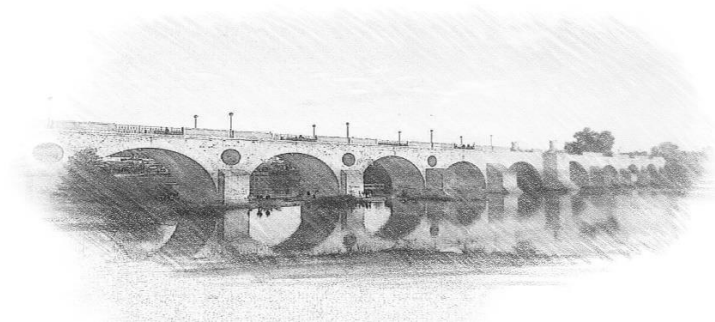
O que aqui pretendo é reflectir criticamente sobre o papel da cultura científica na construção e defesa de uma cidadania responsável, suas limitações e sugestões de melhoria no quadro de sociedades modernas que se querem abertas e democráticas. Após referir sumariamente dinâmicas do designado movimento CTS, em particular implicações desta postura epistemológica na construção de uma adequada cultura científica, abordo de que modo o designado por alguns autores como a “divinização do efémero” ou “cultura mundo” (Lipovestky, 2014) como ícones da globalização, acarreta riscos para o desenvolvimento da cultura científica, em particular dos mais jovens. Num terceiro tempo, apresento reflexões e sugestões para melhorar a socialização do saber científico envolvendo outras políticas de ciência e de educação científica, a saber: defesa de uma imagem de ciência mais próxima das suas próprias dinâmicas de desenvolvimento; aproximar as comunidades científicas das comunidades educativas; criar critérios de qualidade na divulgação científica (jornalistas, políticos...); valorização do que une as ciências sociais/humanidades às ciências experimentais na interpretação do mundo; valorização dos professores como a pedra de toque da melhoria da qualidade do ensino das ciências.

Este trabalho é financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do projeto UID/CED/00194/2013.

Beck, U. *La Societé du Risque: sur la voie d'une autre modernité*. Flammarion: Paris, 2008.

Ferrarotti, F. A revolução industrial e os novos trunfos da ciência. In: Mayor, F. Forti, A. (orgs.). *Ciência e Poder*, Campinas-SP: Papirus, 1998, 45-62.

Lipovetsky, G. *A felicidade paradoxal - ensaio sobre a sociedade de hiperconsumo*. Lisboa: edições 70, 2014.



CONFERENCIAS ORALES Y PÓSTERES

LÍNEAS TEMÁTICAS

Las comunicaciones presentadas en los 27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales se enmarcan dentro de alguna de las seis líneas temáticas establecidas:

1. Experiencias innovadoras en el aula (EI, EP, ESO, FP, Bachillerato y Universidad)

Descripción de proyectos y experiencias innovadoras en el ámbito de las ciencias experimentales. Herramientas tecnológicas para la educación científica. Enseñanzas virtuales.

2. El desarrollo profesional del profesorado (EI, EP, ESO, FP, Bachillerato y Universidad)

Investigaciones o experiencias de interés relacionadas con la formación inicial y permanente en Didáctica de las Ciencias Experimentales del profesorado. Desarrollo de competencias profesionales.

3. Investigación en la enseñanza de las ciencias

Trabajos de investigación relacionados con el diseño, implementación y evaluación de propuestas didácticas (recursos, estrategias didácticas, historia y naturaleza de las ciencias, etc.)

4. Investigación en el aprendizaje de las ciencias

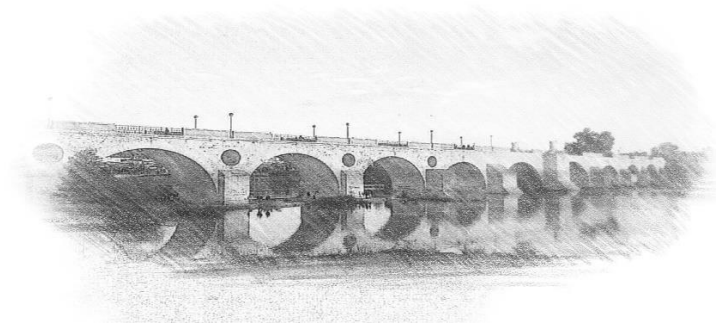
Trabajos de investigación relacionados con la comprensión y la mejora del aprendizaje del conocimiento científico (recursos, estrategias didácticas, historia y naturaleza de las ciencias, etc.) Dimensión social y afectiva de la educación científica.

5. Educación científica en contextos formales

Trabajos asociados al estudio de las ciencias experimentales en contextos formales (alfabetización científica, educación ambiental y sostenibilidad, educación para la salud, etc.) Desarrollo curricular y políticas educativas en EI, EP, ES, FP, Bachillerato y Universidad.

6. Ciencia, Tecnología y Sociedad

Relaciones del aprendizaje del conocimiento científico y la sociedad actual (implicaciones, efectos, retos, divulgación de la ciencia, aprendizaje informal, alfabetización científica, comunicación, etc.)



COMUNICACIONES ORALES

Línea 1. Experiencias innovadoras en el aula (EI, EP, ESO, FP, Bachillerato y Universidad)

Semmelweis y la fiebre puerperal. Análisis de la implementación de una actividad de Historia de la Ciencia para aprender sobre Naturaleza de la Ciencia en Educación Secundaria Obligatoria

Aragón-Méndez, M. M.,¹ García-Carmona, A.,² Acevedo-Díaz, J. A.³

¹Departamento de Didáctica, Universidad de Cádiz. ²Departamento de Didáctica de las Ciencias, Universidad de Sevilla. ³Inspector de Educación jubilado, Huelva, España.
mariadelmar.aragon@uca.es

RESUMEN

En esta comunicación se presentan algunos resultados de la implementación de una actividad para el aprendizaje de aspectos de la Naturaleza de la Ciencia (NDC) en Educación Secundaria Obligatoria (ESO), empleando como recurso el caso histórico de la investigación de Semmelweis sobre la fiebre puerperal. La actividad está dirigida a estudiantes de 4º de ESO (15-16 años), y se ha puesto en práctica mediante un enfoque explícito y reflexivo. El análisis revela una mejoría muy modesta en la comprensión de los estudiantes sobre la observación e inferencia, y una evolución sustancial respecto a los factores de rechazo de las ideas de Semmelweis. Por tanto, se pone de manifiesto el potencial didáctico de la actividad para aprender sobre NDC. Por último, se indican algunas implicaciones educativas de la experiencia.

Palabras clave

Educación científica; Educación Secundaria Obligatoria; Historia de la Ciencia; Naturaleza de la Ciencia; Semmelweis.

INTRODUCCIÓN

Existe cierto consenso entre los investigadores de didáctica de las ciencias en considerar la Naturaleza de la Ciencia (NDC) como un conocimiento clave en la educación científica básica de la ciudadanía (Hodson, 2014). Sin embargo, su enseñanza aún no se ha consolidado en los currículos de ciencias, en comparación con otros contenidos más clásicos. El currículo oficial de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) de España apenas es explícito respecto a contenidos de NDC. Por ejemplo, la LOMCE (R.D. 1105/2014) solo contempla la investigación científica como contenido de aprendizaje en el currículo de Física y Química de 4º de ESO. En los criterios de evaluación de este contenido se recoge: “Reconocer que la investigación en ciencia es una labor colectiva e interdisciplinar en constante evolución e influida por el contexto económico y político” y “Analizar el proceso que debe seguir una hipótesis desde que se formula hasta que es aprobada por la comunidad científica”. De este modo, el tratamiento de la NDC en el aula llega a ser inexistente; o insuficiente cuando se aborda, debido a la visión sesgada que se ofrece de ella, centrada en aspectos epistemológicos sobre todo, pese a la reclamación de una orientación más holística y coherente con la complejidad de la construcción del conocimiento científico (Acevedo y García-Carmona, 2016; Erduran y Dagher, 2014).

Una de las diversas causas que dificulta la implementación de la NDC en la educación científica es la poca formación del profesorado al respecto. Otra razón es la escasez de recursos para abordarla con eficacia. Así mismo, el desconocimiento de instrumentos adecuados para la evaluación de aspectos de NDC también es un motivo de ello. Ante esta problemática, proponemos una actividad que toma como contexto el relato histórico de las investigaciones del médico Ignaz Philipp Semmelweis sobre la fiebre puerperal. El relato permite abordar aspectos epistémicos y no epistémicos de la NDC. En este trabajo se presenta y analiza la implementación de la actividad con alumnos de 4º de ESO. Para ello, se ha adaptado el relato histórico a partir de la propuesta de Acevedo, García-Carmona y Aragón (2016) para estudiantes del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria. Se describe brevemente el instrumento de evaluación empleado, que resulta útil para la investigación educativa, pero que puede ser empleado también en la práctica docente. Y, por último, se muestran los resultados de la implementación de la actividad, así como algunas implicaciones para la práctica educativa.

MARCO TEÓRICO

Uno de los problemas no resueltos a los que se enfrenta la enseñanza de la NDC es qué enseñar sobre la NDC y cómo incorporarla a la educación científica.

Sobre qué contenidos debe incluir de NDC, se han publicado numerosas propuestas (*e.g.*, Lederman, Abd-El-Khalick, Bell y Schwartz, 2002; Matthews, 2012), que contemplan una gran diversidad de aspectos. Estos se pueden estructurar en torno a cuatro grandes temas: epistemología, ciencia y tecnología, sociología interna de la ciencia y sociología externa de la ciencia (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001), los cuales han sido discutidos recientemente por Acevedo y García Carmona (2016). En la propuesta didáctica que aquí se presenta, se incluyen contenidos epistemológicos y de sociología de la ciencia (contextuales).

Respecto a cómo incorporar la NDC en la educación científica, son varias las consideraciones a tener en cuenta. Por una parte, nos encontramos con el dilema del enfoque implícito *vs.* explícito en la introducción de los contenidos. El primero supone que la realización de indagaciones científicas por parte de los estudiantes conlleva el aprendizaje de la naturaleza de los procesos puestos en marcha; mientras que el segundo enfoque implica la necesidad de planificar y evaluar actividades específicas para que los estudiantes reflexionen sobre las mismas, esto es, mediante actividades metacognitivas. Nos decantamos por el enfoque explícito y reflexivo, en el que la NDC se incluye de forma planificada como contenido curricular (Abd-El-Khalick y Lederman, 2000; Acevedo, 2009).

Por otra parte, se plantea la elección de la estrategia didáctica para abordar la NDC en el aula. La Historia de la Ciencia (HDC), y especialmente las narraciones históricas, proporciona un contexto apropiado y motivador para los estudiantes, que permite abordar de manera explícita y reflexiva aspectos de NDC, tales como la naturaleza de las investigaciones científicas, los razonamientos realizados por los científicos, las características del conocimiento científico y diversos aspectos contextuales relacionados con la sociología de la ciencia (Acevedo y García-Carmona, 2016).

En las narraciones históricas son necesarias descripciones detalladas para evitar una visión demasiado lineal y simplista sobre cómo la ciencia produce nuevos conocimientos, así como para permitir una mejor interpretación de la HDC en su contexto. Así mismo, se recomienda incorporar, cuando proceda, palabras de los científicos para acentuar el lado humano de la ciencia y añadir autenticidad a las ideas de NDC que ilustran; incluir

comentarios que atraigan explícitamente la atención de los estudiantes hacia aspectos clave de NDC; y realizar preguntas para provocar la reflexión sobre los diferentes aspectos tratados (Clough, 2011).

METODOLOGÍA

Descripción de la propuesta de enseñanza y el contexto

La actividad fue implementada por la primera autora en un grupo de 18 estudiantes de 4º de ESO, dentro de la asignatura de Física y Química en un instituto de enseñanza secundaria urbano, y de nivel sociocultural medio. Los alumnos trabajaron en grupos pequeños (5 grupos con 3 o 4 alumnos).

Se trataba de abordar el aprendizaje sobre NDC en un contexto histórico y con una temática que no añadiera dificultades de carácter conceptual, por lo que se decidió no integrarla con el resto de contenidos del currículo de la materia. El caso de Semmelweis y la fiebre puerperal es apropiado para ello, porque los contenidos científicos implicados son asequibles desde el punto de vista cognitivo para la mayoría de alumnos de 4º de ESO. Suele despertar el interés de los estudiantes, y posibilita el análisis de aspectos epistémicos y no epistémicos de la NDC y la investigación científica.

La actividad parte de la narración del caso mediante un texto, resultado de una adaptación ligera de la narración prevista para una actividad de formación inicial del profesorado (Acevedo, García-Carmona y Aragón, 2016), con algo más de 2000 palabras. Esta va acompañada de notas a pie de página que ofrecen detalles adicionales para situar el caso en su contexto histórico y proporcionar algunas informaciones adicionales del mismo.

La implementación de la actividad se desarrolló en cuatro sesiones, estructuradas en tres fases diferentes:

- Fase 1: Lectura del caso histórico y respuestas a ocho preguntas planteadas para trabajar diversos aspectos de NDC, indicados más abajo. Antes de la lectura no medió enseñanza previa. Las respuestas, producto de la reflexión y discusión por parte de los miembros de cada grupo, se redactaron en un informe. Se emplearon dos sesiones de una hora.
- Fase 2: Puesta en común de las respuestas de los grupos a las cuestiones formuladas. La profesora actuó de guía, realizando aclaraciones y enriqueciendo la discusión. Cuando surgieron ideas de NDC muy alejadas de las aceptadas actualmente, se procuró generar nuevos conflictos cognitivos para que se pudiera producir un replanteamiento de las ideas iniciales. Se realizó en una sesión de una hora.
- Fase 3. Conclusiones tras la puesta en común. Cada grupo revisó sus respuestas iniciales, completando, matizando o reafirmando sus primeros planteamientos. Las conclusiones se recogieron en un informe final. Se usó una sesión de una hora.

Instrumentos de evaluación y de análisis de datos

Los instrumentos de recogida de información fueron los informes que elaboraron los grupos de alumnos tras las fases 1 y 3, como respuesta a las preguntas siguientes:

1. ¿Cuáles crees que fueron las observaciones realizadas por Semmelweis y cuáles crees que fueron sus inferencias en la investigación científica?
2. ¿Cuáles crees que son las principales características de la metodología de Semmelweis?

3. ¿Crees que Semmelweis fue original y creativo en su investigación? ¿Por qué?
4. ¿Cuáles crees que eran las creencias sobre la transmisión de enfermedades en la época de Semmelweis?
5. ¿Crees que la hipótesis de Semmelweis llegó a convertirse en una teoría?
6. ¿Qué factores crees que influyeron negativamente en la aceptación de las propuestas de Semmelweis? ¿Por qué?
7. Indica si los factores anteriores hacen referencia al procedimiento que Semmelweis siguió en su investigación, a la comunicación científica de los resultados obtenidos, a su personalidad, a cuestiones, políticas, o a otro tipo de aspecto.
8. ¿Cuáles de los factores anteriores crees que influyeron más?

Estas preguntas permitieron analizar el aprendizaje de los siguientes contenidos de la NDC:

- a) Identificación de observaciones e inferencias, y sus diferencias.
- b) Reconocimiento de los principales rasgos de la metodología científica.
- c) Reconocimiento de muestras de creatividad y originalidad.
- d) Identificación de creencias científicas o no científicas.
- e) Diferencia entre hipótesis y teoría.
- f) Detección de factores epistémicos y no epistémicos que dieron lugar al rechazo de las ideas de Semmelweis.
- g) Identificación de los factores que condicionan la aceptación de ideas científicas dependientes del procedimiento metodológico, de la comunicación científica, de la personalidad del científico, de cuestiones políticas, etc.
- h) Valoración de la importancia de los factores que influyen en la aceptación o el rechazo del conocimiento científico.

Se estableció una escala de progresión, para cada uno de estos aspectos, que permitiera el análisis del nivel de aprendizaje alcanzado por los alumnos. Se decidieron 5 niveles, de 0 a 4, siendo el nivel 4 el correspondiente al máximo aprendizaje conseguido. Los indicadores que definen estos niveles se establecieron tomando como punto de partida la información proporcionada por las respuestas de los grupos de alumnos. Estos sufrieron varias modificaciones y reestructuraciones hasta ser consensuados por los autores de este trabajo. Los niveles de progresión para cada una de las categorías, y los indicadores correspondientes se recogieron en rúbricas. Como ejemplo, en la tabla 1 se muestran las rúbricas correspondientes a *Identificación de observaciones e inferencias, y sus diferencias* y *Detección de factores epistémicos y no epistémicos que dieron lugar al rechazo de las ideas de Semmelweis*.

Los autores intervinieron como jueces en la asignación de los niveles de aprendizaje. Para las dos cuestiones indicadas, el acuerdo fue total en la determinación de los niveles iniciales y finales en primera ronda. Esto parece indicar que el sistema de categorización usado es suficientemente unívoco, lo que hace pensar que ambas rúbricas son potencialmente fiables para la evaluación de aprendizaje de esos dos aspectos de NDC. Además, cabe señalar que, en los niveles iniciales de las ocho cuestiones, el acuerdo fue

del 95%, y del 99% para los niveles finales, en primera ronda. El acuerdo fue total en ambos casos en segunda ronda.

	Nivel 4 (máx.)	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 0
Observación e inferencia.	Indica la mayoría de observaciones. Indica la mayoría de las inferencias. Relaciona ambas adecuadamente. Diferencia ambas adecuadamente.	Cumple de manera adecuada tres de los cuatro requisitos del nivel 4.	Cumple de manera adecuada dos de los cuatro requisitos del nivel 4.	Cumple de manera adecuada uno solo de los requisitos del nivel 4.	No cumple de manera adecuada ninguno de los requisitos del nivel 4.
Factores epistémicos y no epistémicos (contextuales) de rechazo.	Indica 4 factores, entre los que hay epistémicos y contextuales, con argumentos razonados.	Indica 3 factores, entre los que hay epistémicos y contextuales, con argumentos razonados.	Indica 2 factores epistémicos o contextuales, con argumentos razonados.	Indica un solo factor contextual o epistémico, con o sin argumentos razonados.	No se indica ningún factor.

Tabla 1. Ejemplo de rúbricas para el análisis de aprendizajes sobre NDC y determinación del nivel de progresión.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos por los grupos, correspondientes a los niveles inicial (fase 1) y final (fase 3), en las dos cuestiones mencionadas antes se muestran mediante diagramas de barra en la figura 1.

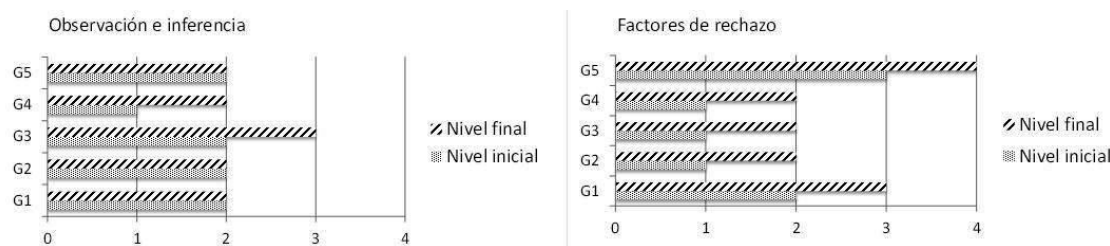


Figura 1. Evolución de los niveles de aprendizaje para Identificación de observaciones e inferencias, y sus diferencias y Factores de rechazo de las ideas de Semmelweis.

En relación con la *Identificación de observaciones e inferencias, y sus diferencias*, ningún alumno conocía el significado del término *inferencia*, que debió ser aclarado por la profesora. Después de la lectura, todos los grupos detectaron observaciones e inferencias, aunque fueron pocas si se tienen en cuenta todas las que aparecen en el texto. Además, las explicaciones dadas mostraron que diferenciaban unas de otras, a excepción de un grupo. Cuatro grupos se situaron en el nivel 2 y uno en el nivel 1.

En la segunda fase, se profundizó en la caracterización de ambos términos. Para favorecer la discusión la profesora planteó dos preguntas: ¿todos los médicos observaban lo mismo?, y ¿todos los médicos inferían lo mismo? Algunos alumnos comenzaron la discusión indicando que todos hacían las mismas observaciones sobre las muertes de las

mujeres y las circunstancias que las rodeaban, pero no todos los médicos realizaban las mismas inferencias. Incluso algunos alumnos señalaron que, en ocasiones, aunque no en este caso, las observaciones realizadas por los científicos no coinciden siempre. También se procuró centrar la atención en otras observaciones e inferencias que no fueron explicitadas en el primer informe. Para ello, se preguntó por las observaciones realizadas antes de la investigación de Semmelweis, las observaciones fruto de su investigación y otras observaciones de hechos paralelos.

En el informe redactado en la tercera fase, cuatro grupos señalaron un mayor número de observaciones e inferencias, pero aun así fue insuficiente para considerar una progresión de nivel en tres de ellos. Así mismo, las explicaciones del grupo que no diferenciaba entre observación e inferencia fueron mejores. Al menos, cuatro de los grupos mejoraron su comprensión del concepto de inferencia. Por ejemplo, el grupo 1 señaló que: *“Aunque los otros médicos podían ver lo mismo, no hicieron las mismas inferencias. Klein pensaba que había otras causas que provocaba que se muriesen más mujeres en el PP [primer pabellón]”*. Y el grupo 5 extrajo conclusiones más generales sobre la relatividad de las inferencias: *“Si las inferencias que hacen los científicos son diferentes, puede que algunas de las teorías actuales no sean ciertas y haya alguien más adelante que haga inferencias diferentes.”*

Tras la tercera fase, cuatro grupos se situaron en el nivel 2, y uno en el nivel 3 (primera gráfica de la figura 1). Se produjo, pues, una mejora muy pequeña, sobre todo en la comprensión de la naturaleza de las observaciones e inferencias, aunque no en su detección.

Respecto a la *Detección de factores epistémicos y no epistémicos que dieron lugar al rechazo de las ideas de Semmelweis*, la mayoría de los grupos se situaron en el nivel 2 en la fase inicial, y solo uno alcanzó el nivel 3 (segunda gráfica de la figura 1). Esto significa que, mayoritariamente, señalaron uno o dos factores de rechazo de las nuevas ideas de Semmelweis, aportando o no argumentos.

En la puesta en común y discusión de esta cuestión, se puso de manifiesto la existencia de diversas concepciones poco adecuadas sobre la aceptación de las ideas científicas. Los alumnos no alcanzaban a comprender que el acuerdo entre los científicos no fuera inmediato ante los resultados presentados por Semmelweis, y les resultaba increíble que las nuevas ideas pudieran ser rechazadas. Los alumnos razonaron mediante teorías aceptadas actualmente; no podían desprenderse de sus modelos sobre la transmisión de las enfermedades al valorar el rechazo de los resultados de Semmelweis en su época.

Para que se cuestionaran la importancia de los modelos y teorías que los científicos manejan, las profesora les pidió que se pusieran en el caso de un médico que hubiera recibido formación en la que basaba su práctica profesional, y que alguien le propusiera una práctica médica que contradijera su conocimiento médico. También se les pidió que analizaran una situación hipotética en la que alguien les aconsejara una práctica nueva sin una explicación fundamentada. Tras esto, un alumno identificó las dificultades de los médicos de la época para aceptar las nuevas ideas de Semmelweis con sus propias dificultades en Física para aceptar lo que parece ir en contra del sentido común.

En la puesta en común, la profesora promovió la discusión sobre la importancia de la comunicación de la ciencia, concretamente el papel de los congresos y publicaciones. Los alumnos comprendieron la importancia de la comunicación, pero no hasta el punto de que podía ser clave para la aceptación de ideas científicas novedosas.

También se trató el problema de la pertinencia de los procedimientos de investigación. Por ejemplo, se abordó el uso del microscopio, entre otras cuestiones. Una de las dificultades encontradas fue situar históricamente la importancia del microscopio en la investigación de las enfermedades.

Durante la discusión se puso de manifiesto que algunos aspectos no epistémicos (o contextuales), como los rasgos de personalidad de Semmelweis, fueron los que más habían llamado la atención de los alumnos. La mayoría no contempló inicialmente la influencia de la política, por lo que fue necesario orientar también la discusión en este sentido. Para ello, se preguntó sobre la nacionalidad de Semmelweis y el contexto histórico. Algunos alumnos se mostraron contrarios a aceptar que los aspectos políticos o las relaciones humanas pudieran influir en la aceptación de las teorías científicas; pero otros destacaron citas del texto para rebatir estas concepciones.

Tras el informe elaborado en la tercera fase, se encontró una mejora en todos los grupos respecto a la detección de los factores que dieron lugar al rechazo de las ideas de Semmelweis, tal y como se aprecia en la segunda gráfica de la figura 1. Prácticamente todos los grupos indicaron factores epistémicos y contextuales, aportando argumentos razonados. Por ejemplo, el grupo 5 indicó en su informe final que: *“No había una razón de lo que decía, no era lógico según las ideas que había entonces. Además no se llevaba bien con el director del hospital.”*

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA

La actividad del caso Semmelweis y su investigación sobre la fiebre puerperal, permitió a los alumnos una aproximación a la NDC tras una primera fase de reflexión. El trabajo en equipo y las discusiones del grupo-aula mejoraron el aprendizaje de la NDC.

La propuesta educativa promovió que se pusieran de manifiesto concepciones poco informadas sobre NDC, y supuso un marco propicio para promover su evolución hacia otras más adecuadas. Por ejemplo, los alumnos manifestaron inicialmente que las inferencias son objetivas si se basan en la experiencia, y que son independientes del marco teórico; que una hipótesis aceptada es una teoría; o que los factores sociales no influyen en la aceptación de las nuevas ideas científicas. Estas concepciones se corresponden con una visión inadecuada de la NDC.

El caso histórico propuesto permite abordar no solo contenidos epistemológicos sobre NDC, sino también aspectos relacionados con la sociología de la ciencia, habitualmente poco tratados en las propuestas didácticas de NDC en la educación científica.

Las rúbricas diseñadas, en las que se detallan los niveles de progresión para cada uno de los contenidos abordados, han resultado instrumentos útiles para el análisis y evaluación del aprendizaje de algunos aspectos de NDC. Así mismo, aunque no se usó ningún instrumento para evaluar las actitudes y motivaciones de los alumnos, la actividad despertó un gran interés en ellos. Les pareció importante aprender sobre el trabajo de los científicos y todo lo que rodea a la investigación científica. Sería interesante confirmar esto en el futuro de una manera más rigurosa.

Entre las dificultades detectadas, se encontraron ciertas limitaciones para manejar cantidades relativamente importantes de información, como en el caso de la identificación de observaciones e inferencias en el relato. Para mejorar este aspecto, se podría sugerir a los alumnos el uso de instrumentos organizadores de la información, como tablas, esquemas, o incluso ejes cronológicos. Además, la mayoría de los grupos se contentaron, en primera instancia, con localizar una respuesta simple e inmediata, como ocurre cuando

se les pidió aportar causas que explicasen la no aceptación de las propuestas de Semmelweis. Esto refleja el razonamiento causal lineal propio de los alumnos de esta edad (Acevedo, 1990), pese a que el texto muestra la complejidad que caracteriza a los problemas científicos reales.

Por último, los alumnos tuvieron algunas dificultades para situar históricamente algunos eventos científicos clave, permitiendo la actividad la ocasión de mejorar este aspecto.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

Abd-El-Khalick, F.; Lederman, N.G. (2000). The influence of history of science course on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057-1095.

Acevedo, J.A. (1990). Razonamiento causal en una tarea de contexto natural. Un estudio evolutivo con estudiantes de Bachillerato. *Investigación en la Escuela*, 10, 61-70.

Acevedo, J.A. (2009). Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 355-386.

Acevedo, J.A.; García-Carmona, A. (2016). Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado. Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 3-19.

Acevedo, J.A.; García-Carmona, A.; Aragón Méndez, A. (2016). Un caso de Historia de la Ciencia para aprender Naturaleza de la Ciencia: Semmelweis y la fiebre puerperal. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 408-422.

Clough, M.P. (2011). The Story Behind the Science: Bringing Science and Scientists to Life in Post-Secondary Science Education. *Science & Education*, 20(7-8), 701-717.

Erduran, S.; Dagher, R.F. (2014). *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education*. Dordrecht: Springer.

Hodson, D. (2014). Learning science, learning about science, doing science: different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534-2553.

Lederman, N.G.; Abd-El-Khalick, F.; Bell, R.L.; Schwartz, R.S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.

Manassero, M.A.; Vázquez, A.; Acevedo, J.A. (2001). *Avaluació del temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.

Matthews, M. (2012). Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In M. S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research* (pp. 3-26). Dordrecht: Springer.

Ministerio de Educación y Ciencia (2014). *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato* (BOE nº 3, 3 de enero de 2015).

Repercusiones de la forma de enseñar: Emociones que despiertan diferentes tipos de actividades

De Orta, A., Reyes, R., De las Heras, M. A.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva
alvaro.deorta@gmail.com

RESUMEN

La educación emocional es un concepto en auge dentro del marco de la investigación y la enseñanza en estos días. Por ello, en el presente trabajo se pretenden plasmar los resultados de una investigación cuya base ha sido el componente afectivo de los estudiantes. Concretamente, en la investigación que nos ocupa, se lleva a cabo un estudio sobre las emociones que se despiertan en el niño cuando el proceso de enseñanza-aprendizaje da un paso más y cambia de un modelo tradicional a un modelo basado en la resolución de problemas (ABL). Para ello, se analizan las emociones despertadas por las distintas actividades que se ponen en práctica durante el desarrollo de un ABL del área de Conocimiento del Medio de 5º de Primaria. Como se podrá observar, los resultados obtenidos ponen en evidencia conclusiones muy interesantes.

Palabras clave

Emociones, investigación escolar, ABL, Primaria.

LAS EMOCIONES EN EDUCACIÓN

En la educación, el plano emocional ha pasado desapercibido (Bisquerra, 2005; Borrachero, 2015; Fredrickson, 2001; Mellado *et al.*, 2014) a pesar de la relevancia que hoy sabemos que tiene en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Borrachero, 2015).

Existen dos tipos de emociones que las engloban a todas, las emociones positivas y las emociones negativas (Borrachero 2015; Fredrickson 2001; Vecina 2006). Estas últimas son las que han sido estudiadas desde siempre, pudiendo ser debido a la tendencia natural del ser humano de priorizar el estudio de aquello que amenaza su bienestar (Vecina, 2006). A día de hoy, este pensamiento ha cambiado y la “Psicología positiva”, trata de comprender las emociones positivas y los procesos que están detrás de ésta.

Todos nacemos con un componente emocional adquirido. Cada persona tiene un componente emocional único que la hace reaccionar de manera más o menos intensa en cada situación. Ese componente básico, heredado de cada uno, no se puede modificar pero sí se puede “enseñar” hacia dónde, cómo y cuándo expresarlo. Esto es debido a que el contexto en el que la persona se desarrolla tiene una influencia directa sobre la forma de percibir y sentir emocionalmente, más aún si hablamos de la infancia (Morgado, 2015). Orejudo y Teruel (2009), deducen que la planeación de metas y el esfuerzo invertido, ligados al optimismo, repercutirán en los logros, mientras que considerar las tareas como irrelevantes y el abandono conducirán al fracaso, todo ello ligado al pesimismo.

Es decir, si usamos en el aula el optimismo, el gusto por aprender o el placer de hacerlo, a la hora de afrontar las tareas a los niños les será más fácil conseguir los objetivos y, además, las metas serán mucho mayores que si usamos el pesimismo. Las emociones positivas favorecen la integración de conocimientos, mientras que los estados de ánimo negativos agobian y limitan al cerebro coartando la capacidad de aprendizaje (Fredrickson, 2001).

Si importantes son las emociones en el mundo educativo, no podría ser menos si hablamos de la Enseñanza de las Ciencias. Estudios realizados nos indican que el interés por las ciencias decrece a lo largo de la vida escolar del alumno, siendo el punto de inflexión el paso de educación primaria a secundaria (Vázquez y Manassero, 2008).

El estudio de las emociones en área de las ciencias experimentales no es nada nuevo. Darwin, ya en 1872 publicó su libro titulado *La expresión de las emociones en el hombre y en los animales*. Por lo que podemos observar dicha obra no tuvo demasiada repercusión en el área ya que las emociones cayeron en el olvido y dejaron de tener importancia en lo científico. En el ámbito educativo, hoy día se toma la enseñanza-aprendizaje como un proceso en el que interviene de manera directa el plano emocional, con procesos cognitivos y afectivos (Mellado et al., 2014).

En el proyecto que nos ocupa se deja constancia de una investigación basada en la influencia de las emociones en alumnos de 5º de primaria tras llevar a cabo un cambio metodológico en la forma de impartir Conocimiento del Medio. En concreto, se pretende conocer las emociones reportadas por el conjunto de actividades llevadas a cabo.

METODOLOGÍA

Siguiendo la clasificación de los paradigmas que realizaron Tashakkori y Teddlie en 1998 (tomada de Martínez, 2002), podríamos incluir esta investigación dentro del paradigma pragmático-interpretativo y, dentro de este paradigma, se opta por una metodología mixta.

Planteamiento de problemas e hipótesis

Para conseguir la consecución del objetivo planteado, se concreta el siguiente problema de investigación e hipótesis:

- **Problema:** ¿Cuáles son las emociones despertadas en el alumno tras la realización de actividades propias de una metodología de carácter investigativo?
- **Hipótesis:** Se espera que, tras el cambio propuesto en la forma de trabajar, los alumnos se adapten y tengan emociones positivas hacía las nuevas actividades que se propusieron realizar en el aula.

Participantes

La investigación se ha realizado con alumnos de 5º de primaria de un colegio público de infantil y primaria ubicado en una zona residencial a escasos kilómetros de la capital onubense. El contexto socioeconómico de la zona puede ser catalogado como medio-alto.

La intervención se llevó a cabo en el segundo trimestre del curso utilizando las horas de Conocimiento del Medio de cada uno de las aulas, cuatro sesiones, con una duración de unos 50 minutos, distribuidas en tres días a la semana. En total se necesitaron 24 sesiones para desarrollar la propuesta.

El total de la muestra cuenta con 73 sujetos con edades comprendidas entre los 10 y 11 años.

Instrumentos de Recogida de Información y análisis

Como se ha mencionado antes contamos con dos instrumentos de recogida de información.

Cuestionario de Relación Actividades/Emociones

Con este instrumento se pretende conocer las emociones que reportan a los discentes las distintas actividades llevadas a cabo durante la realización del ABL. Para ello, utilizamos una modificación de la escala GES (Lavega, March y Filella, 2014): se tomaron dos categorías de emociones: negativas y positivas. Dentro de las emociones positivas se encuentran “Alegría”, “Felicidad”, “Sorpresa”, “Empatía”, “Seguridad/Confianza” y “Diversión”. En cuanto a las emociones negativas incluimos “Enfado”, “Miedo”, “Aburrimiento”, “Tristeza” y “Ansiedad/Preocupación”. Como se puede observar, todas ellas son fácilmente comprensibles para los estudiantes. Por último, se seleccionaron las actividades y se plasmaron de forma clara para que los alumnos las evaluaran. Las emociones se dividen en dos grupos, positivas y negativas y las actividades se categorizan según sigue:

- ✓ *Categoría 1: Actividades de carácter tradicional y de redacción.*
- ✓ *Categoría 2: Salidas de investigación al medio.*
- ✓ *Categoría 3: Actividades de manipulación.*
- ✓ *Categoría 4: Actividades de carácter investigativo.*
- ✓ *Categoría 5: Actividades lúdicas o juegos sobre los contenidos*

Para su análisis se lleva a cabo un estudio de frecuencias sobre las respuestas, realizado con el paquete estadístico SPSS 19.

Grupo de Discusión.

El objetivo principal del grupo de discusión no es otro que corroborar los resultados de los cuestionarios con datos de carácter cualitativo. Para ello se harán preguntas de carácter abierto que nos proporcionen respuestas base a las mismas 5 categorías en las que se agrupan los ítems del cuestionario

Finalmente, el grupo de discusión será transcrito y analizado mediante unidades de información a través del programa AQUAD.

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pasamos a continuación a exponer los resultados obtenidos tras la recogida de datos. Se van a presentar los de ambos instrumentos de manera conjunta y en base a las categorías formuladas.

Categoría 1: Actividades Tradicionales y de Redacción.

En esta primera categoría se reúnen los ejercicios del libro de texto y el uso del mismo, las pruebas evaluativas realizadas y algunas actividades en las que los estudiantes debían redactar.

Cuando se les preguntaba por su forma habitual de trabajo, todos ellos afirmaban trabajar con el libro y las actividades que venían en él, mientras hacían resúmenes y esquemas. Sabiendo esto se les pidió su opinión a cerca de dicha metodología.

“A ver, es que realmente las clases de conocimiento del medio no eran lo mío porque era mucho trabajar y poco aprender...”

“Mala, no nos gustaba...”

Todos afirmaban no aprender y el poco gusto que tenían hacía la forma de trabajar, sobre todo si se les preguntaba por el libro de texto. Los estudiantes se desvinculan de aquellos contenidos que aparecen en los libros de texto debido a la gran descontextualización que estos sufren (Di Franco, G., Siderac y Di Franco, N., 2007).

“Es que en el libro te viene demasiado y yo en el libro me lío.”

“Porque es que yo no me entero de las cosas... en matemáticas me pasa lo mismo... tú estás leyendo y leyendo pero tú no te enteras de las cosas si no te las están explicando en condiciones...”

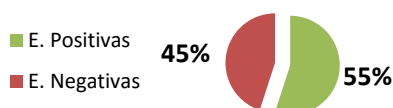


Figura 1. Comparación de porcentajes E. Negativas y E. Positivas. Categoría 1.

Tal y como se puede observar en el Figura 1, las emociones negativas y las emociones positivas están muy parejas en cuanto al número de respuestas (el 45% son emociones positivas y el 55% restante corresponde a emociones negativas). Si al observar los datos de la categoría 1 hay algo que llame la atención, es la gran cantidad de niños que se aburren con las actividades tradicionales (Figura 2). Esto es algo que hay que cambiar en las aulas, ya que coarta el aprendizaje. Lo convierte en monótono y eso hace que los estudiantes pierdan interés por aprender, de esta forma se merma la curiosidad y las ganas. También destacan el miedo y la ansiedad que provocan los exámenes y el tener que estudiar de forma memorística.

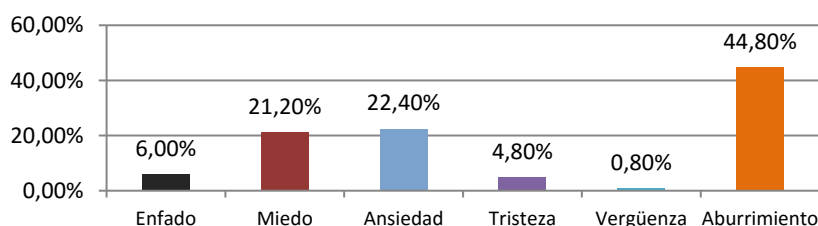


Figura 2. Porcentaje Emociones Negativas en la Categoría 1.

Debido a lo llamativo de este dato se llegó a la conclusión de que se debía hacer un desglose en la categoría y analizar las actividades relacionadas con el uso del libro de texto de forma más detallada e individual. Para ello se tomaron las respuestas de los estudiantes hacía aquellas actividades recogidas en el cuestionario que guardaban relación con el uso de este recurso. El total de respuestas recogidas en estas dos actividades es de 174. De esta suma de respuestas 85 fueron dedicadas a marcar la casilla “Aburrimiento”, lo que hace un 49% del total. Es evidente, por tanto, el lugar que ocupa el libro de texto en el plano emocional de los estudiantes (Figura 3).

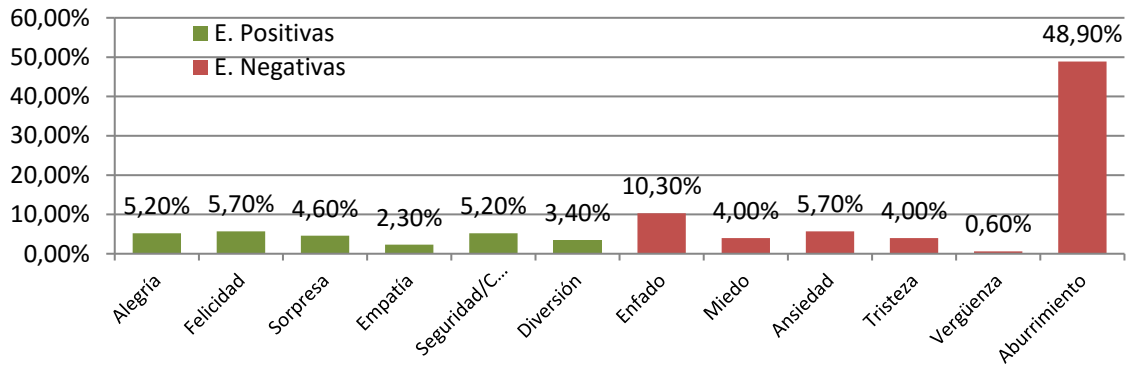


Figura 3. Porcentaje de Emociones Positivas y Negativas en las actividades relacionadas con el uso del libro de texto.

Gómez y Jódar (2002) nos hablan de que la escuela tradicional se ha convertido en un lugar de trabajo, sin perspectivas de futuro y cuyas actividades carecen de interés o satisfacción.

Categoría 2: Salidas de Investigación al Medio.

Al observar el Figura 4 no queda ninguna duda de que las actividades realizadas en otro entorno que no sea el escolar, en este caso hablamos de salidas de investigación, tienen

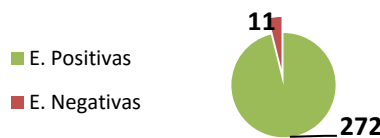


Figura 4. Total E. Positivas y Negativas en la Categoría 2.

un efecto muy positivo en el componente afectivo del alumno, pues es con el contacto con la realidad cuando los estudiantes ponen de manifiesto los contenidos adquiridos en el aula y le dan relevancia a estos (Delgado y Alario, 1994). En este caso, las emociones positivas (96%) relacionadas con el estado de ánimo son las que se dan de manera más abundante: Alegría, Felicidad y Diversión. Entre todas estas suman más del 81% del total.

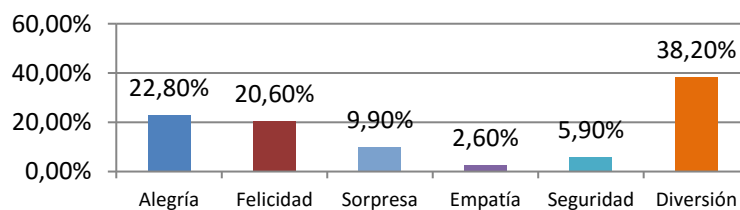


Figura 5. Porcentaje Emociones Positivas en la Categoría 2.

La importancia del estudio de contenidos y conceptos fuera del aula queda, de igual manera que en la Figura 5, queda reflejada en el grupo de discusión. La pregunta realizada fue que eligieran la actividad que más les hubiera gustado de todas.

““Joo...” ¿Una solo...?”

En este caso, llama la atención que a este chico le resultara difícil escoger una sola actividad entre todas las que se habían realizado.

“Pues yo no sabría si elegir entre la del suelo o la de cuando fuimos en autobús a las marismas porque las dos me gustaron mucho.”

De la misma forma, analizando el grupo de discusión, se observó que 5 de los 6 alumnos coincidieron en sus respuestas y decidieron, casi por unanimidad, que las salidas al medio eran las actividades que más les habían gustado y más aspectos positivos les habían reportado.

Categoría 3: Actividades de Manipulación.

Las actividades de manipulación son aquellas en las que se utilizaron materiales no escolares para estudiar determinados contenidos. Se propusieron dos actividades de este estilo: análisis de suelo y estudio de la diversidad floral.

Con éstas se pretendía que los estudiantes aprendieran haciendo. Esto se ve apoyado por un proyecto llamado “Hands-on Science” (HSci) el trabajo práctico en el aula, ya que es fundamental para comprender y aprender de manera significativa la Ciencia (Costa y Dorrió, 2010).

Al observar y escuchar a los estudiantes se notaba que sentían curiosidad por lo que estaban haciendo y saltaba a la vista que estas no eran actividades a las que estuvieran acostumbrados, pues se intuían expresiones de sorpresa (Figura 6) en sus caras.

“Es que las flores son seres vivos pero yo no sabía que eran tan interesantes y que tenían tantas partes y había tantos tipos...”

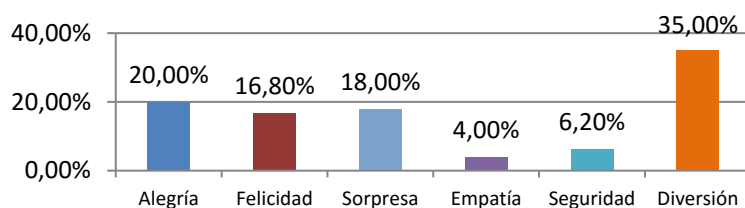


Figura 6. Porcentajes de Emociones Positivas en la Categoría 3.

Tras leer lo ocurrido con esta categoría, era de esperar que el número de emociones positivas fuera muy superior. En este caso, significa casi un 90% de respuestas.

Categoría 4: Actividades de carácter investigativo.

Se observa en la Figura 7 que las emociones positivas (80%) son muchas más que las negativas (20%). Este estilo de enseñanza, en contraposición con el revisado en la categoría 1, parte de la capacidad innata de investigación que tiene el ser humano. Se busca así que los discentes realicen reflexiones conjuntas y solucionen problemas que les preocupan, proporcionando la satisfacción de comprender lo investigado, logrando conocimientos contextualizados y valiosos para su vida (Cañal, 2007).

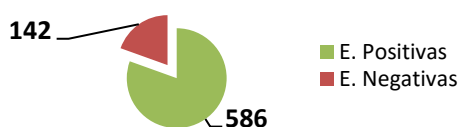


Figura 7. Total E. Positivas y Negativas en la Categoría 4.

En este caso, la diferencia entre emociones positivas y negativas se reduce. Esto puede ser debido, a que entre las actividades de investigación se encontraban actividades en las que los escolares debían de exponer en público y de ahí la gran cantidad de respuestas en la emoción “Vergüenza” (36%).

“No me gusta. Me pongo muy nerviosa y me pongo a temblar... Todo el mundo mirándote, sabiendo que estás nerviosa...”

Por otro lado (Figura 8) vemos como hay más estudiantes que marcan la casilla de “Aburrimiento” (29%). Esto puede deberse a que son más actividades y de carácter parecido, en las que los estudiantes debían trabajar por sí solos de manera más conceptual. A pesar de esto, si comparamos las emociones suscitadas en la categoría 1 (metodología tradicional), donde el 55% de las emociones son negativas y las suscitadas en la categoría

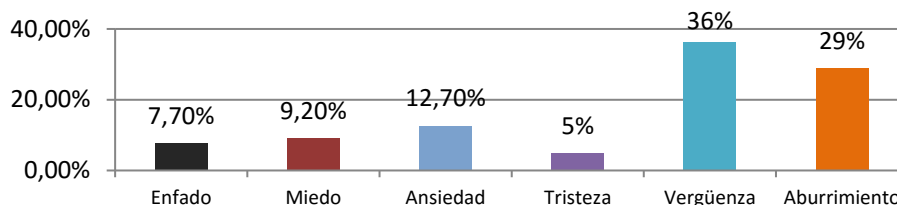


Figura 8. Porcentajes de Emociones Negativas en la Categoría 4.

4, aún sigue existiendo una diferencia considerable en favor de la metodología investigativa. En cambio, si observamos las emociones positivas (Figura 9), existen diferencias con las demás categorías. En este caso, podemos observar que emociones que antes apenas habían aparecido, como es el caso de la “Empatía” (9,40%) y la “Seguridad”

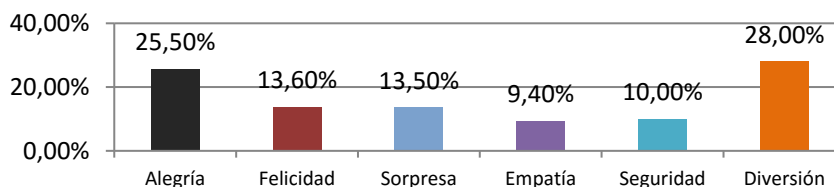


Figura 9. Porcentajes de Emociones Positivas en la Categoría 4.

(10%), en este caso toman cierta relevancia. Y es que las actividades de exposición, típicas de la metodología utilizada, son el caldo de cultivo perfecto para fortalecer la capacidad de ponerse en la piel del compañero y fomentar la confianza.

“A la hora de exponerlo te da como vergüenza pero luego cuando ya has terminado piensas “¡jostras, que bien lo he hecho!” y te empiezas como a reír.”

De nuevo, vuelve a destacarse el carácter divertido y alegre que durante toda la intervención se pretendía poner de manifiesto. Esto, se ve apoyado por la investigación realizada por Pavón y Martínez (2014), donde se refleja que el método investigativo es muy propicio para generar conocimiento científico en los alumnos a la vez que mantiene un nivel de satisfacción favorable.

Categoría 5: Actividades Lúdicas (Juegos).

En esta categoría se han agrupado actividades con un componente lúdico, como son los “juegos de rol”, con los que se promueve que los estudiantes utilicen los contenidos para crear argumentos y responder a las preguntas (Melo y Herrera, 2014). Con estas actividades, se esperaba conseguir una actitud positiva por parte de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias, fomentar el interés y el gusto por aprender. Esto se comprobó al obtener un 93% de emociones positivas (Figura 9) frente al 7% de emociones negativas.

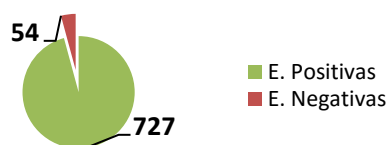


Figura 10. Total E. Positivas y Negativas en la Categoría 5.

Entre las positivas, destacan “Diversión”, “Felicidad” y “Sorpresa” (Figura 10). Campaner y De Longhi (2007) destacan el poder que tienen los juegos de fomentar la motivación y la predisposición de los alumnos a la participación y la atención.

“Yo creo que, en resumen, todos los que estamos aquí pensamos más o menos lo mismo. Es más entretenido, aprendemos más y aprendemos jugando...”

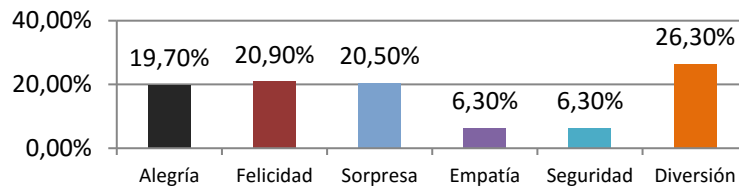


Figura 11. Porcentajes de Emociones Positivas en la Categoría 5.

Por otro lado, llama la atención la gran cantidad de alusiones a la emoción “Sorpresa”. Esto puede ser debido a que los estudiantes no están acostumbrados a realizar actividades lúdicas en clase y a utilizar este método como forma de aprender.

CONCLUSIONES

Una vez analizadas las distintas categorías podemos concluir que las actividades tradicionales son, en general, aburridas para los estudiantes y no ayudan a que el aprendizaje sea eficaz, además, los exámenes generan ansiedad y miedo. A su vez, estos también producen felicidad y alegría siempre y cuando las notas sean favorables.

Por otro lado, las respuestas de los alumnos son bastante ilustrativas de aquello que se pretende demostrar en este estudio. Los estudiantes parecen tener claro que aprender jugando, manipulando aquello que investigan y saliendo del aula para hacerlo, es enriquecedor, facilita la tarea de aprender y adquirir conocimientos y, además, les gusta, les divierte y les motiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bisquerra, R. (2005). La educación emocional en la formación del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19(3), 95-114.
- Borrachero, A. B. (2015). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en educación secundaria*, Universidad de Extremadura, España.
- Campaner, G. y De Longhi, A. L. (2007). La argumentación en educación ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6, (2), 442-456.
- Cañal, P. (2007). La investigación escolar, hoy. *Alambique*, 52, 9-59.
- Costa, M. F. y Dorrío, B. (2010). Actividades manipulativas como herramienta didáctica en la educación científico-tecnológica. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(2), 462-472.
- Delgado, E. y Alario, M^a. T. (1994). La interacción fuera del aula: Itinerarios, Salidas y Paseos. *Tabanque: Revista pedagógica*, 9, 155-178.
- Di Franco, M. G., Siderac, S. y Di Franco, N. (2007). Libros de texto: ¿Saberes universales o descontextualizados?. *Horizontes Educativos*, 12, 23-33.
- Fredrickson, B. L. (2001). The role of positive emotion in positive psychology: The broaden and build theory of positive emotion. *American Psychologist*, 56, 218- 226.

- Gómez, L. y Jódar, F.(2002). Escuela, aburrimiento y rebeldía. *Athenea Digital*, 2, 1-12.
- Lavega, P., March, J., y Filella, G. (2013). Juegos deportivos y emociones. *Revista de Investigación Educativa (RIE)*, 31(1), 151-165.
- Martínez, F. (2002). Las disputas entre paradigmas en la investigación educativa. *Revista Española de Pedagogía*, 221, 27-50.
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L.V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. y Bermejo, M. L. (2014) Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36.
- Melo, M. P. y Hernández, R. (2014). El juego y sus posibilidades en la enseñanza de las ciencias naturales. *Innovación Educativa*, 14(66), 41-63.
- Morgado, I. (2015). Las emociones en el desarrollo de las virtudes. *Participación Educativa*, 4(6), 46-50.
- Orejudo, S. y Teruel, M. P., (2009). Una mirada evolutiva al optimismo en la edad escolar. Algunas reflexiones para padres, educadores e investigadores. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 66, 129-158.
- Pavón, F. y Marínez, MA. (2014). La metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI): Una propuesta indagativa para desarrollar la competencia científica en alumnos que cursan un programa de diversificación. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 469-492.
- Vázquez, A. y Manassero, M^a. A. (2008). El declive de las actitudes hacia las ciencias de los estudiantes: Un indicador inquietante para la educación científica. *Eureka*, 5(3), 274-292.
- Vecina, M^a. L., (2006). Positive Emotions. *Papeles del Psicólogo*, 27(1), 9-17.

Detección de las ideas del alumnado de Secundaria sobre la Microbiología e implementación de una práctica de laboratorio

Díez, J. R.,* Iradi, M.,** Arroita, M.***

**Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales.*

Departamento de Química Aplicada.* *Departamento de Biología vegetal y Ecología. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea.*

joseramon.diez@ehu.eus

RESUMEN

La trascendencia de los microorganismos para la vida del conjunto del Planeta y para nuestro propio bienestar es incuestionable. Sin embargo, la enseñanza y aprendizaje de esta temática en la Educación Obligatoria aún tiene un largo trecho por recorrer, ya que los errores conceptuales del alumnado son abundantes en relación a la forma y a las funciones que desempeñan los microorganismos. En este trabajo se muestra la metodología y los resultados de una secuencia didáctica realizada con alumnado del 2º curso de Secundaria. Mediante preguntas abiertas y cerradas y dibujos se detectaron los principales errores conceptuales. Posteriormente, en el laboratorio, el alumnado realizó 3 experimentos para constatar la ubicuidad de los microorganismos en el medio, conocer el efecto biocida del ajo y estudiar el efecto de diferentes concentraciones de un antibiótico comercial. Los resultados obtenidos mostraron una mejora en la comprensión conceptual de diversos aspectos de la Microbiología.

Palabras clave

Microbiología, comprensión conceptual, secuencia didáctica, laboratorio

INTRODUCCIÓN

Los microorganismos son los seres vivos predominantes en cualquier ecosistema del Planeta, y su riqueza de especies y biomasa superan a la de todas las plantas y animales de la Tierra en su conjunto (Pedrinaci et al., 2013). Los microbios son ubicuos, capaces de vivir en entornos muy diversos, incluso en condiciones extremas (Anitori, 2012). Además, desempeñan un papel fisiológico esencial en plantas y animales, y juegan un rol crucial en los ciclos biogeoquímicos de elementos fundamentales (por ejemplo, carbono, nitrógeno y fósforo), asegurando la continuidad de la vida en la Tierra. Adicionalmente, se emplean en muchas industrias relacionadas con los alimentos (por ejemplo, pan y repostería, productos lácteos, vinos y cerveza), medicamentos, tratamiento de aguas residuales y producción de biocombustibles (por ejemplo Marbach-Ad et al., 2009; Vicente, García-Ovalle & Medina, 2010; Ortega Casamayor, 2012; Gamazo, Sánchez & Camacho, 2013).

La trascendencia de los microorganismos se refleja en el esfuerzo científico internacional. Así, en la actualidad existen más de 119 revistas científicas indexadas que tratan específicamente la Microbiología (ISI Wok). Sin embargo, la enseñanza científica no va en paralelo con la investigación y la Microbiología no se estudia en profundidad durante

la Educación Obligatoria, aun menos el papel de los microorganismos en el equilibrio de los ecosistemas y en nuestra vida cotidiana (Pascual, Esteban, Martínez, Molina & Ramírez, 2000; Merkel, 2012). Por otra parte, los y las estudiantes tienen sus propias concepciones sobre los microorganismos que se adquieren no sólo durante la enseñanza reglada y los libros de texto, sino también mediante muchas otras fuentes de su entorno, incluyendo la familia, los amigos, la televisión e internet (Mayerhofer y Márquez, 2009; Allen, 2014). Estas concepciones están conformadas por contenidos cognitivos, afectivos y simbólicos, y con frecuencia no coinciden con la comprensión o conocimiento desarrollado por la comunidad científica (Furió, Solbes & Carrascosa, 2006).

Así, a pesar de la importancia de los microorganismos, la mayoría del alumnado de la Educación Obligatoria piensa que son principalmente gérmenes peligrosos que causan enfermedades y tienen muy poca idea de sus aspectos beneficiosos (Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott, 1994; Simonneaux, 2000; Byrne, 2006; Jones y Rua, 2006). Otras concepciones consideran que los microbios son inanimados, que las bacterias, virus y hongos unicelulares son todos iguales, que los microorganismos se encuentran sólo en condiciones de suciedad y falta de higiene, y que son nocivos cuando entran en contacto con los seres humanos (Byrne, Grace & Hanley, 2008). En relación con el equilibrio de los ecosistemas, gran parte de los y las estudiantes no conoce el papel crucial de los microorganismos en la descomposición de la materia orgánica y en el ciclo de los nutrientes, y cree que las plantas asimilan los nutrientes directamente de animales muertos (Allen, 2014). Algunos alumnos y alumnas también ignoran las aplicaciones tecnológicas obtenidas de los microorganismos (Byrne et al., 2008).

Todas estas ideas alternativas pueden obstaculizar significativamente el proceso de enseñanza-aprendizaje tanto para el alumnado como para el profesorado (Kose, 2008). Por lo tanto, el desarrollo de estrategias/herramientas adecuadas para identificar las concepciones del alumnado y el diseño de secuencias didácticas que proporcionen conocimientos fundamentales sobre temas relacionados con la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas a los y las estudiantes ha sido un reto importante en la enseñanza de la ciencia en los últimos años (por ej., Modell et al., 2005; Merkel, 2012). Así, a medida que conocemos más sobre cómo se aprende, es cada vez más evidente la necesidad de métodos de enseñanza centrados en el estudiante y en sus habilidades de pensamiento crítico, haciendo hincapié en el aprendizaje activo (Handelsman et al. 2004). Así, la enseñanza debe estar orientada hacia los objetivos de aprendizaje y a su vez, las evaluaciones enfocadas a la comprensión conceptual y no solo a la cobertura de enormes contenidos (AAAS, 2010).

Las herramientas para la identificación de las ideas del alumnado incluyen entrevistas abiertas y cerradas, pruebas de diagnóstico, mapas conceptuales, asociaciones de palabras y dibujos (por ej., Kose, 2008; Mayerhofer y Márquez, 2009; Merkel, 2012). Entre ellos, en la educación científica se han empleado exitosamente con asiduidad las actividades de dibujo junto a entrevistas o pruebas de diagnóstico (Kose, 2008). Por otra parte, el desarrollo de secuencias didácticas en el laboratorio se ha mostrado como un camino eficiente en el aprendizaje científico (Lock, 2010) dado que incrementan la motivación del alumnado e implican el conocimiento y el desarrollo de procedimientos y el manejo de herramientas para llevar adelante la investigación (Osborne y Dillon, 2010). Además, las prácticas de laboratorio promueven la enseñanza por indagación (Jimenez Aleixandre, 1998; Cortés y de la Gándara, 2006).

Este estudio tuvo dos objetivos principales:

- i) identificar los conceptos erróneos de los estudiantes de Secundaria sobre los microorganismos.
- ii) diseñar, implementar y valorar la eficacia de una secuencia didáctica de laboratorio que ayude a los estudiantes a incrementar la comprensión conceptual sobre la presencia y relevancia de los microorganismos correctamente tanto en los ecosistemas como en nuestra vida.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Muestra

Se compone de 20 estudiantes de 2º curso de la ESO del Instituto Usandizaga-Peñaflorida-Amara, ubicado en San Sebastián, capital de Gipuzkoa con más de 180.000 habitantes. Dado que el plan de estudios del Gobierno Vasco establece que la Microbiología debe ser enseñada en el 3º curso, este 2º curso era el mejor escenario para identificar las concepciones de los estudiantes adquiridos fuera de la escuela y para diseñar una secuencia didáctica ajustada al conocimiento de los y las estudiantes. La edad media del alumnado era de 14.7, y en el aula había 7 chicas y 11 chicos, si bien el género no se considera un factor importante en este estudio.

2.2. Tareas

Se solicitó al alumnado realizar tres tareas entre el 6 y 17 de abril de 2015. La primera consistió en rellenar un cuestionario basado en Haddock (2002), Byrne y Sharp (2006) y Allen (2014). Se incluyeron tres preguntas abiertas acerca de los conceptos básicos relacionados con los microorganismos (qué son y si están vivos; si se pueden ver a simple vista y, en caso negativo, cómo; y si los microorganismos son buenos o malos y por qué), varias preguntas de verdadero/falso, y se les solicitó que dibujaran un microorganismo. El objetivo fue identificar la percepción del alumnado acerca de los microorganismos.

La segunda tarea consistió en actividades para aumentar la comprensión conceptual del alumnado. El alumnado se repartió en grupos de tres para buscar información en internet y discutir sobre aquellos conceptos que no habían formulado correctamente. Posteriormente, un representante de cada grupo presentó sus concepciones antes y después de este ejercicio para el resto de personas de la clase.

La tercera tarea desarrolló tres actividades experimentales en el laboratorio. El objetivo del primer experimento era reflexionar acerca de la ubicuidad de los microorganismos en su entorno. Al igual que Gamazo et al. (2013), proporcionamos a los estudiantes placas de agar nutritivo LB donde se inocularon microorganismos que se encuentran en la hojarasca, en el yogur, en el suelo, en un charco, y en su boca y en los dedos. Los otros dos experimentos se relacionan con el efecto antimicrobiano de diferentes biocidas: uno destinado a demostrar los efectos de biocidas naturales tales como las sustancias producidas por el ajo (Grainger y Hurst, 2008; Vargas, Mamani, Álvarez, Rebollo & Romero, 2014), mientras que el otro experimento analizó el efecto de los antibióticos comerciales (López Pérez y Gil Boronat, 2011). Por una parte, se incubaron en placas de medio LB previamente colonizadas por *Escherichia coli* (cepa inocua, nivel 1 de seguridad) con ajo fresco y con ajo cocido, así como con tres diluciones de ampicilina (1/10, 1/100, 1/1000). También se usó un control sin ampicilina. Todas las placas obtenidas en los tres experimentos se incubaron a 37 °C durante 48 h. Después de que el alumnado analizara las placas incubadas, describieron sus observaciones y respondieron

a preguntas acerca de la presencia y aparición de microorganismos, similares a las formuladas en el cuestionario verdadero/falso del primer día de la secuencia didáctica.

2.3. Análisis de los datos

Las respuestas a las preguntas abiertas fueron codificadas dentro de las categorías que surgieron de examinar y reexaminar los resultados, siguiendo Byrne (2011). El análisis cualitativo de los dibujos también se llevó a cabo mediante la atribución de características de los dibujos a determinadas categorías relacionadas con su apariencia y su complejidad estructural (Byrne, 2011). Los múltiples dibujos de cada persona se analizaron de forma independiente. El recuento cuantitativo de las diferentes categorías se llevó a cabo para proporcionar datos de frecuencia y porcentaje para cada categoría, tanto para las preguntas abiertas y como para los dibujos. Las respuestas a las preguntas de verdadero/falso se expresaron como porcentaje. Los resultados obtenidos después de completar las tres tareas del laboratorio se compararon con los obtenidos al inicio del estudio con el fin de determinar el avance del alumnado y, por lo tanto, la eficiencia de las actividades propuestas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Preguntas abiertas

La mayoría del alumnado (83,3%) respondió que los microorganismos son seres vivos. De hecho, el 66,7% de los y las estudiantes definieron los microorganismos como organismos vivos muy pequeños o microscópicos. Sin embargo, esta pregunta abierta reveló varios conceptos erróneos: algunos estudiantes los definieron como bacterias, obviando otros grupos de microorganismos. No obstante, sólo el 33,3% de los estudiantes mencionó algunas de las funciones realizadas por los microorganismos, incluyendo la descomposición de la materia orgánica muerta, su reproducción y el hecho de que se alimentan de otros microorganismos.

Por otra parte, hubo consenso en torno a que los microorganismos no pueden verse a simple vista, ya que son demasiado pequeños, y todos excepto una persona razonó que es necesario el uso del microscopio para verlos. A su vez, pocos estudiantes respondieron que los microorganismos son todos beneficiosos (5,6%) o nocivos (22,2%). Así, la respuesta más común a la pregunta sobre si son “buenos o malos” es que los hay de ambas clases, si bien el 16,7% de los estudiantes no justificó su respuesta. El argumento más común (66,7%) fue que los microorganismos causan y/o transmiten enfermedades e infecciones. Algunos estudiantes incluso mencionaron la muerte, el cáncer y la amputación debido a la infección por un microorganismo y llegaron a declarar que “los microorganismos son la enfermedad”. El resto de las razones proporcionadas por el alumnado fue empleado para argumentar que los microorganismos son beneficiosos. Estas razones incluyen el papel crucial de los microbios en la descomposición de la materia orgánica (16,7%) y en el sustento de la vida (11,1%).

Algunas de estas concepciones erróneas que revelaron las preguntas abiertas han sido reportadas a fondo en la literatura (Byrne y Sharp 2006; Byrne 2011; Allen 2014), lo que sugiere que las ideas de los y las estudiantes sobre los microorganismos adquiridos de su entorno son comunes y no han evolucionado, aunque la influencia relativa de las diferentes fuentes ha cambiado mucho durante las últimas décadas. Algunos estudiantes no distinguen claramente partículas, materia orgánica e inorgánica y seres vivos (Byrne, 2003) y, por consiguiente, tienen dificultades para determinar si los microorganismos son

seres vivos o no (Allen 2014), lo que les lleva a muchos otros conceptos erróneos relacionados con las funciones realizadas por los microorganismos. Por ejemplo, muchos estudiantes creen que los productores primarios toman los nutrientes directamente de la materia orgánica muerta, dejando de lado la descomposición llevada a cabo por microorganismos y otros descomponedores, y entienden de manera equivocada el ciclo de los nutrientes (Byrne et al., 2008). Por otro lado, cabe destacar que ningún estudiante mencionó el uso de microorganismos a nivel industrial para la obtención de alimentos, medicamentos, tratamiento de aguas residuales y los biocombustibles. Por otra parte, la mayor parte del alumnado considera que los microorganismos son perjudiciales debido a la idea de que provocan infecciones, concepto erróneo que se construye desde el punto de vista de nuestra salud (Haddock, 2002; Byrne y Sharp, 2006; Byrne, 2011). Entre los que diferenciaban organismos buenos y malos, hubo quien afirmó que los buenos eran células y los malos virus. Sin embargo, la comunidad científica no considera a los virus microorganismos. En este sentido, Simonneaux (2000) afirma que este error conceptual está totalmente extendido, desde el primer curso de la Educación Primaria hasta niveles altos de la Universidad.

3.2. Dibujos

La mitad de los estudiantes hizo uno o varios dibujos muy similares. La otra mitad hizo varios dibujos que fueron codificados dentro de categorías diferentes. Así, en total se analizaron 33 dibujos. Sólo 2 eran formas geométricas clasificados como "abstracto/otro" y no se identificaron organismos multicelulares complejos. El resto de dibujos representaron células individuales. Entre el último grupo, las células bacterianas fueron las más comúnmente representadas: 61,1% de los estudiantes hizo al menos una célula bacteriana, 16 en total. Casi la mitad de los estudiantes (44,4%) dibujó una célula amorfa/ameboidea, y el 33,3% del alumnado representó las características de las células eucariotas típicas en 6 de los dibujos. En este sentido, Pulido de Castellanos (2006) afirma que la mayor parte del alumnado sólo considera como microorganismos a los organismos unicelulares, excluyendo a organismos como los hongos. Así, actividades de laboratorio como y observación de las colonias en las placas parecen ser adecuadas.

En cuanto a la complejidad estructural de los dibujos, la mayoría del alumnado (55,5%) realizó dibujos parciales, distinguiendo sólo componentes extracelulares (principalmente cilios, 6 dibujos, 22,2% de los estudiantes) o sólo los componentes citosólicos (principalmente orgánulos y vacuolas; 8 dibujos, 33,3% de los estudiantes). Sin embargo, muchos estudiantes dibujaron sólo el contorno de microorganismos (9 dibujos, 38,9% de los estudiantes). Otros, en cambio, demostraron tener una imagen más compleja de los microorganismos, dibujando estructuras fuera de la membrana celular, así como orgánulos en el citoplasma (8 dibujos, 44,4% de los estudiantes).

3.3. Preguntas verdadero/falso

Los estudiantes respondieron correctamente entre 5 y 11 preguntas de verdadero / falso, 9 en promedio. En relación con el porcentaje de estudiantes que respondieron correctamente a cada pregunta, osciló entre el 43,7% y el 93,7% (Tabla 1). Más específicamente, la pregunta relacionada con la presencia de microorganismos en los volcanes y desiertos (pregunta 5) fue la que los estudiantes fallaron más frecuentemente, mientras que las cuestiones relacionadas con la diversidad de microorganismos, su presencia en nuestro cuerpo y su papel en el apoyo a la vida fueron contestadas correctamente por la gran mayoría (preguntas 1, 4 y 9, respectivamente). Excluyendo la pregunta 5, en general, más estudiantes respondieron correctamente a las preguntas

relacionadas con la ubicuidad de los microorganismos (Preguntas 1 a 4), que las relacionadas con sus funciones (preguntas 6 a 11).

Tabla 1. Resultados de las preguntas verdadero/falso. En negrita se expresa el porcentaje de las respuestas correctas. El total puede ser menor al 100% debido a respuestas en blanco o nulas.

Pregunta	Verdadero	Falso
1 Hay una gran cantidad de especies de microorganismos	93.7	6.3
2 Los microorganismos se encuentran sólo en condiciones antihigiénicas o de suciedad	12.5	87.5
3 Todo lo que comemos y bebemos está libre de microorganismos	18.7	75.0
4 Tenemos microorganismos en todo el cuerpo	93.7	6.2
5 Los microorganismos se encuentran también en los volcanes y en los desiertos	43.7	43.7
6 La función única de los microorganismos es descomponer la materia orgánica	37.5	62.5
7 Nuestras vidas dependen de muchos microorganismos	75.0	18.7
8 Los microorganismos son esenciales para hacer pan, yogur y queso	81.3	18.7
9 Los microorganismos son fundamentales para la vida	93.7	0
10 Algunos microorganismos nos protegen	81.2	6.2
11 Todos los microorganismos son gérmenes	12.5	68.7
12 Cuando nos enfermamos tomamos antibióticos para matar los microorganismos dañinos	50.0	31.2

3.3. Experimentos de laboratorio

Tras la inoculación de microorganismos sobre las placas de agar crecieron diversas colonias. A pesar de que la mayoría contestó correctamente las preguntas relacionadas con la ubicuidad de los microorganismos (Tabla 1), muchos expresaron su sorpresa al observar dichas colonias. Algunas personas incluso eran reticentes a creer que tienen microorganismos en la boca y los dedos como los que crecieron en las placas. En cuanto al tamaño y a la apariencia de los microorganismos, había un consenso de que los microorganismos no pueden verse a simple vista. Este experimento corroboró su concepción, ya diversos microorganismos crecieron de inóculos aparentemente estériles, pero también demostró que los microorganismos pueden crear colonias visibles de diferente color, tamaño y forma.

Por otra parte, el alumnado pudo observar que las colonias de *E. coli* desaparecieron en contacto con el ajo crudo, evidenciando sus propiedades biocidas. Por el contrario, el diente de ajo hervido no afectó de *E. coli*. De manera similar al ajo crudo, la ampicilina también mató a *E. coli* a su alrededor. Sin embargo, el efecto de la ampicilina dependió de su concentración, el efecto de la dilución 1/1000 siendo apenas discernible. En general, el alumnado comprendió el efecto antimicrobiano de los biocidas aunque algunos manifestaron su preocupación por las posibles consecuencias de la ingesta de ajo fresco y de antibióticos sobre la microbiota del estómago. En esta parte de la práctica el alumnado pudo constatar el efecto de los antibióticos sobre los microorganismos y que al emplear diferentes concentraciones de antibiótico este difiere. Sin embargo, autores como Vicente et al. (2010) y Gamazo et al. (2013) subrayan que para visualizar la interacción entre los microorganismos y los seres humanos es vital constatar los efectos que históricamente han tenido sobre nuestra especie. Así, para relacionar los antibióticos y los microorganismos la historia del descubrimiento de la penicilina puede resultar adecuada.

A modo de conclusión podríamos afirmar que, desde el punto de vista del conocimiento de la Microbiología, el alumnado de Secundaria analizado en este trabajo conoce la existencia de los microorganismos aunque no son capaces de definirlos y raramente conocen el papel que desempeñan tanto en la naturaleza como en industrias relevantes. Además, el alumnado es capaz de entender que existe relación entre los seres vivos y los microorganismos, pero casi siempre la unen a la enfermedad. Por último, podríamos afirmar que la metodología empleada en esta investigación para aumentar la comprensión conceptual y la reflexión del alumnado es válida, divertida y de fácil ejecución. Sin embargo, se ha podido constatar que en el ámbito de la Microbiología existe un largo camino a recorrer en la corrección de concepciones erróneas.

4. BIBLIOGRAFÍA

- AAAS. (2010). Vision and change in undergraduate biology education: a call to action. A report of the American Association for the Advancement of Science. 2010. Último acceso el 14 de mayo de 2016, desde <http://visionandchange.org/>
- Allen, M. (2014). *Misconceptions in Primary Science*. Second Edition. McGraw-Hill Education.
- Anitori, R.P. (2012). *Extremophiles. Microbiology and Biotechnology*. Norfolk, UK: Caister Academic Press.
- Byrne J. (2011). Models of Micro-Organisms: Children's knowledge and understanding of micro-organisms from 7 to 14 years old. *International Journal of Science Education*, 33(14), 1927-1961.
- Byrne J. y Sharp J. (2006). Children's ideas about microorganisms. *School Science Review*, 88 (322), 71-79.
- Byrne J., Grace M. y Hanley P. (2008). Children's anthropomorphic and anthropocentric ideas about microorganisms: do they affect learning? In, *7th Conference of European Researchers in Didactics of Biology - ERIDOB*, Zeist, The Netherlands, 16-20 Sep 2008.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. y Scott, P. (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom, *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.
- Furió C., Solbes J. y Carrascosa J. (2006). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. *Revista Alambique*, 48, 64-77.
- Gamazo C., Sanchez S. y Camacho A.I. (2013). *Cazadores de Microbios. Microbiología basada en la Experimentación*. Elsevier.
- González R.D., Rodríguez R.L., Figueiras G.A., Losada A.G., Abuín E.N. y Gandoy J.A.G. (1998). Como conciben los alumno/as los microorganismos. *La Didáctica de la Ciencias, Tendencias actuales*. Pp. 287-297. ISBN: 84-95322-15-3.
- Grainger J., y Hurst J. (2008). *Practical Microbiology for Secondary Schools. Society for General Microbiology*. United Kingdom.
- Haddock S. (2002). Misconceptions about Microbes. *American Institute of Biological Sciences*.
- Handelsman J., Ebert-May D., Beichner R., Bruns P., Chang A., DeHaan R., Gentile J., Lauffer S., Stewart J., Tilghman S.M. y Wood W.B. Scientific teaching. *Science*, 304 (5670), 521-522.

- Jiménez Aleixandre, M.P. (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 203-216.
- Jones, M.G. y Rua, M.J. (2006). Conceptions of germs: Expert to novice understandings of microorganisms. *Electronic Journal of Science Education*, 10(3).
- Kose, S. (2008). Diagnosing Student Misconceptions: Using Drawings as a Research Method. *World Applied Sciences Journal*, 3(2), 283-293.
- Lock, R. (2010). Biology fieldwork in schools and colleges in the UK: an analysis of empirical research from 1963 to 2009. *Journal of Biological Education*, 44, 58-64.
- López Pérez, J.P. y Gil Boronat, R. (2011). El antibiograma. Un recurso en el laboratorio de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8 (3), 353-357.
- Marbach-Ad G., Briken V., El-Sayed N. M., Frauwirth K., Fredericksen B., Hutcheson S., Gao L.Y., Joseph S., Vincent L., Mciver K.S., Mosser D., Quimby B.B., Shields P., Song W., Stein D.C., Yuan R.T. y Smith A. C. (2009). Assessing student understanding of host pathogen interactions using a concept inventory. *Journal of Microbiology and Biology Education*, 10, 43-50.
- Marbach-Ad, G. (2009). From misconceptions to concept inventories. *Focus on Microbiology Education*, 15(2), 4-6.
- Mayerhofer N. y Márquez C. (2009). La influencia de la palabra microbio en las representaciones iniciales de alumnos de primaria. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Barcelona, 2086-2092.
- Merkel S. (2012). The Development of Curricular Guidelines for Introductory Microbiology that Focus on Understanding. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 13(1): .
- Modell H., Michael J. y Wenderoth M. P. (2005). Helping the learner to learn: the role of uncovering misconceptions. *The American Biology Teacher*, 67(1), 20-26.
- Ortega Casamayor E. (2012) Microbios en acción: biodiversidad invisible con efectos bien visible. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Los libros de la Catarata*.
- Osborne, J. y Dillon, J. (2008). *Science Education in Europa: Critical Reflections. A report to the Nuffield Foundation*. King's College London.
- Pascual J.A., Esteban G., Martínez R., Molina J. y Ramirez J. (2000). La integración de la educación ambiental en la ESO: datos para la reflexión. *Enseñanza de las ciencias*, 18(2), 227-234.
- Pedrinaci E., Alcalde S., Alfaro P., Almodóvar G.R., Barrera J.L., Belmonte A., Brusi D., Calonge A., Cardona V., Crespo-Blanc A., Feixas J.C., Fernández-Martínez E.M., González-Díez A., Jiménez-Millán J., López-Ruiz J., Mata-Perelló J.M., Pascual J.A., Quintanilla L., Rábano I., Rebollo L., Rodrigo A. y Roquero E. (2013). Alfabetización en Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(2), 117-129.
- Pulido de Castellanos, R. (2006). Representaciones sociales acerca de los microorganismos en estudiantes de Licenciatura en Biología. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 19, 77-97.

Simonneaux L. (2000). A study of pupils' conceptions and reasoning in connection with "microbes", as a contribution to research in biotechnology education. *International Journal of Science Education*, 22(6), 619-64.

Vargas L.R.C., Mamani J.C.M., Álvarez E.V., Rebollo M.S. y Romero B. (2014). Función Antimicrobiana de la Alicina de Ajo en cultivos de *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Escherichia coli*. *Rev Cient Cienc Med*, 17(1), 26-28.

Vicente M., García-Ovalle M. & Medina J. (2010). Ni contigo ni sin ti: Guía para entender a los microbios. *Grand Guigno Ediciones*. Madrid.

Concepciones alternativas y Diseño de clases para el contenido de concentración

Herrera, A.,¹ Morales, C.,¹ Jara, R.²

¹Programa de Magister en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

²Instituto de Química, Laboratorio de Didáctica de la Química, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

a.herreram@gmail.com

RESUMEN

La presente comunicación es una propuesta de enseñanza aprendizaje para el contenido conceptual de unidades de concentración. Tiene por objetivo promover el desarrollo de conocimientos, capacidades y actitudes que permitan a los estudiantes enfrentar, negociar y tomar decisiones en situaciones cotidianas relacionadas con la ciencia. El escenario se enmarca en la problemática Medio Ambiental del aire en la que se ve inmersa la población de muchas ciudades de nuestro país (Chile), en especial, la ciudad de Santiago, en donde se ejecutará la propuesta. Se abordará las unidades de concentración, diseñando una secuencia didáctica siguiendo el ciclo de aprendizaje que va de lo concreto y simple, a lo más abstracto y complejo. Comenzando por el levantamiento de preconcepciones a partir de una pregunta clave, nos permite recoger información sobre la manera en cómo los estudiantes ven los fenómenos científicos, particularmente para el concepto de concentración de las disoluciones.

Palabras clave

Ciclo de aprendizaje, concepciones alternativas, alfabetización científica, contexto socio científico. Unidades de concentración.

MARCO TEÓRICO

La didáctica de la ciencia plantea como meta principal para la enseñanza, la adaptación de los conocimientos científicos al ambiente del aula, donde uno de los puntos iniciales en la educación debiera ser siempre el dominio del contexto en que se fundamentará la propuesta de clase. De acuerdo con esto, Marchán-Carvajal y Sanmartí, (2015) argumentan que la base de la enseñanza de la ciencia debe apoyarse en situaciones de la vida cotidiana que tengan sentido para los estudiantes y que, a partir de ellas, puedan reconocer la utilidad de los nuevos aprendizajes expresando sus ideas y explicaciones iniciales de los hechos “reales” que suceden a su alrededor.

Siguiendo este perfil para la enseñanza del concepto de concentración de las disoluciones, hemos pensado que en distintos ámbitos de nuestra cotidianidad utilizamos, preparamos o estamos rodeados de éstas. Pero para que el aprendizaje del concepto sea significativo –además de enmarcarnos en una situación concreta, cercana y al mismo tiempo relevante, tanto para ellos como para la sociedad, que involucre un desafío y la necesidad de aprender– no podemos dejar de lado el peso que tiene el contexto socio-científico para la enseñanza, por la dimensión ética de la ciencia, la sensibilidad moral y emocional para involucrar y promover aprendizajes en los estudiantes (Ziedler, 2009). Bajo este

principio, el contexto socio-científico utilizado para abordar la enseñanza de nuestro concepto vertebrador, se enmarca en la problemática Medio Ambiental del aire en la que se ve inmersa la población de muchas ciudades de nuestro país (Chile), y en especial la ciudad de Santiago, en donde se ejecutará la propuesta de enseñanza que presentaremos en este trabajo.

Es así, como a partir de la pregunta ¿por qué creen que se producen las alertas, pre-emergencias y emergencias ambientales en periodos de otoño y de invierno?, se rescatarán las preconcepciones que tienen los estudiantes sobre la contaminación del aire, ya que como reporta la literatura (Pozo y Gómez-Crespo, 1998), las concepciones alternativas de los estudiantes desde el punto de vista epistemológico, se centran en explicar la realidad tal como la percibe.

En cuanto al contenido a enseñar, para la ciencia ha sido importante establecer parámetros que nos permitan cuantificar la relación de los componentes de estas disoluciones que, en el caso del aire, por tratarse de componentes gaseosos o partículas finamente divididas presentes en un gran volumen, se hace necesario utilizar unidades de concentración específicas que no son del dominio ni conocimiento general, como lo son las partes por millón y las partes por billón. Los problemas que se reportan desde las investigaciones sobre las dificultades que tienen los estudiantes para entender qué sucede cuando varían las cantidades de soluto y solvente, es que tienden a pensar que si agregan más solvente entonces aumentará la concentración (Pozo *et al.* 1991). Por lo tanto, en esta propuesta se hará hincapié en destacar que la concentración se expresa matemáticamente en cuánto varía la porción de soluto dentro de la unidad de análisis (solución), es decir, que si se aumenta la cantidad de soluto el efecto será el aumento de la concentración y, por el contrario, que si se disminuye la cantidad de soluto disminuye la concentración. Esto en términos matemáticos quiere decir que la concentración es directamente proporcional a la cantidad de soluto e inversamente proporcional a la variación de solvente respecto de una cantidad fija de solución.

CICLO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

A continuación realizamos la descripción de una propuesta de enseñanza basada en el ciclo de aprendizaje propuesto por Jorba y Sanmartí (1996) que destaca 4 fases: *Exploración; Introducción de nuevos puntos de vista; Síntesis; y Generalización.*

Fase de exploración

El objetivo de esta fase es rescatar las ideas de los estudiantes sobre la contaminación ambiental del aire.

Actividad: “Exploración de las ideas”

A partir de la imagen presentada de la ciudad de Santiago en un día con pre-emergencia ambiental, solicitar a los alumnos que respondan la siguiente pregunta:

¿Por qué creen que se producen las alertas, pre-emergencias y emergencias ambientales en períodos de otoño y de invierno?



Figura 1. Fotografía de la ciudad de Santiago de Chile en invierno de 2015

Indicaciones para el docente:

Cuando la propuesta sea ejecutada las respuestas de los estudiantes serán ordenadas en una red sistémica, con diferentes categorías, por ejemplo: A) propiedades físicas, B) composición y C) cambios en la concentración por contaminación del aire, y para cada categoría, las expresiones utilizadas.

La evaluación de las ideas previas por medio de la red sistémica, nos permitirá identificar la lógica con la que se mueven los estudiantes, a partir de la descripción y representación a través de los recursos semánticos del lenguaje (Bliss *et al.*, 1983). Estas respuestas no estarán exentas de la carga valórica que presenta la situación propuesta, por lo que el contenido a enseñar tendrá sentido para el estudiante

La finalidad didáctica de la secuencia será iniciar con actividades en el plano concreto que es del dominio de los estudiantes y, a partir de éste, construir un modelo inicial para movernos hacia otros modelos teóricos más abstractos como lo son el concepto de densidad y el de las unidades físicas de concentración: partes por millón y partes por billón.

Fase de Introducción de nuevos puntos de vista

La siguiente propuesta de actividad está orientada a la evolución de modelos iniciales. En esta etapa se espera establecer nuevas relaciones más abstractas, donde el “peso” del aire, sea conceptualizado como densidad del aire a partir de la relación entre la masa o cantidad de sustancia (solute) en un volumen (solución) y la relación matemática de ppm, identificando además cuáles son los factores que hacen que al aire sea más denso en los periodos de otoño e invierno.

Actividad: “Recreando nuestra condición ambiental”

Problema: ¿Por qué la condición ambiental del aire cambia tanto cuando se acerca el invierno y comienzan a bajar las temperaturas?

Tarea: Junto a un grupo de compañeros y compañeras establezcan una estrategia que les permita simular un modelo de las condiciones ambientales del aire, en donde la temperatura sea una variable de análisis para poder explicar por qué la concentración de sustancias contaminantes aumenta en esta época.

Materiales: para el desarrollo de su estrategia dispondrá de 1 Frasco de vidrio de 1 Litro; Alusa (plástico), Cubos de hielo; Encendedor, incienso y un elástico.

Preguntas orientadoras:

- a) A partir de lo observado ¿Qué ocurre con el humo dentro del frasco? ¿Coincide con tu respuesta con respecto al comportamiento del aire frío en la ciudad? (Si es no, indica si este factor fue considerado en tu respuesta de la pregunta de inicio)
- b) Señalen como aumenta la cantidad de material particulado dentro del frasco. Llevando este ejemplo a la ciudad ¿Qué factores contribuyen a aumentar la cantidad de material particulado en el aire?
- c) A partir de la relación entre la masa y el volumen de aire frío v/s aire caliente ¿Cuál será la diferencia en estos dos casos? ¿Cómo explica esta diferencia con lo observado en el frasco y la imagen panorámica de la ciudad de Santiago?

Indicaciones para el docente:

La actividad propuesta se basa en el planteamiento de un problema con la intención de que el estudiantado desarrolle una estrategia con ciertos procedimientos para resolverlo, entregando el control de las tareas al estudiantado. Para la realización de la tarea el docente deberá enseñar a los estudiantes que una estrategia consiste en planificar las acciones y tomar decisiones sobre los pasos que darán para cumplir con el objetivo y alcanzar la meta (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

El profesor debe hacer explícitas las relaciones entre las ideas previas y las teorías que permiten explicar adecuadamente las observaciones realizadas durante la experiencia.

Lo principal es que el profesor pueda guiar la planificación de los estudiantes para que recreen un modelo que simule la condición ambiental del aire, utilizando materiales como un frasco, incienso, hielo, y un plástico para apoyar el hielo en la parte superior del frasco, como se muestra en la imagen (figura 1).

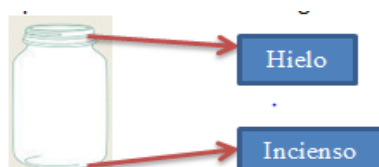


Figura 1. Modelo para simular la condición ambiental del aire de una ciudad

Es importante que el docente les mencione que la explicación es una competencia de pensamiento científico (CPC) que deberán desarrollar como parte de la unidad didáctica. La explicación como competencia involucra el “saber” que permitirá entregar los fundamentos del porqué ocurre la problemática planteada.

Sus explicaciones deben orientarse en un nivel de representación submicroscópico, como partículas presentes en un espacio total.

Fase orientada a la estructuración del conocimiento (Síntesis)

Al comienzo de la clase se plantean 4 preguntas que estructuran la clase en cuanto a la significatividad que tiene esta temática:

- 1.- ¿Qué entienden por calidad del aire?
- 2.- ¿Ustedes tienen conocimiento de los parámetros para medir la calidad del aire?
- 3.- ¿Qué hacen hoy en día para cuidarse de posibles enfermedades causadas por la mala calidad del aire?
- 4.- ¿Qué medidas de prevención como políticas públicas conoces para mejorar la calidad del aire? ¿Las aplicas o utilizas?

Luego de obtener las respuestas a estas preguntas se entrega a cada estudiante la siguiente información:

Actividad: “Polución y Calidad del Aire”

La polución corresponde a la contaminación del medio ambiente, producida por los residuos de procesos industriales y biológicos. La norma primaria de calidad del aire establece los valores de las concentraciones y períodos, cuya presencia pongan en riesgo la salud de la población.

Las normas primarias actualmente vigentes en Chile se encuentran para las siguientes sustancias: PM10, PM 2,5, SO₂, NO₂, CO y Plomo. Los PM, son partículas presentes en

el aire, que se clasifican en 10 o 2,5 de acuerdo a su tamaño (de 25 a 100 veces más delgados que un cabello humano) siendo el de 2,5 el más fino. El material particulado fino proviene de quemas, plantas de energía a carbón, automóviles, camiones, emisiones agrícolas e industriales, y uso de materiales combustibles como leña.

Declaración de Calidad del Aire para el viernes 19 de junio de 2015

Fuente: <http://portal.mma.gob.cl/pronostico-rm/>

CONDICIÓN METEOROLÓGICA
Hoy, jueves 18 de junio, comenzó a manifestarse la fase de inicio de vaguada costera. El PMCA estuvo en el nivel de REGULAR/ALTO. Para mañana, viernes 19 de junio, se mantendrá con vaguada costera. El PMCA se presentará en el nivel de REGULAR/ALTO durante toda la jornada.
RESTRICCIÓN VEHICULAR SIN SELLO VERDE 1-2-3-4-5-6 CON SELLO VERDE 5-6 RES. N 2957 RES. N 2958
Índice de Calidad del Aire referido a Partículas (ICAP) según D.S. No 20/2013 del Ministerio del Medio Ambiente que establece la Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Respirable MP10 ($\mu\text{g} / \text{m}^3$) y en especial los niveles que definen situaciones de Emergencia Ambiental. BUENO: 0-99 REGULAR 100-199 ALERTA 200-299 PREEMERGENCIA 300-499 EMERGENCIA 500-SUPERIOR

Datos $1\mu\text{g}=0,000001\text{g}$ $1\text{mg}=0,001\text{g}$ $1\text{m}^3=1000\text{L}$

Índice de la calidad del aire para el monóxido de carbono.

Los siguientes niveles originarán situaciones de emergencia ambiental para monóxido de carbono en concentración

Nivel 1: 15 - 29 ppm Nivel 2: 30 - 34 ppm Nivel 3: 35 ppm o superior

Preguntas para la síntesis y estructuración de nuevos conocimientos.

1.- ¿Por qué crees que se utiliza el microgramo y el miligramo en la medición del MP10 y monóxido de carbono?

2.- ¿Cuál es el parámetro utilizado para establecer la relación cuantitativa entre el soluto monóxido de carbono y la solución de aire en este caso?

3.- Las unidades de medida para expresar las partes por millón y parte por billón son respectivamente $\text{ppm}=\text{mg/L}$ o g/m^3 $\text{ppb}=\mu\text{g/L}$ o mg/m^3

¿Cuál es la relación entre el soluto y la totalidad de solución en cada una de las unidades de concentración? Datos: $1\text{mg}=0,001\text{g}$; supondremos que $1\text{m}^3=1000\text{kg}=1000000\text{g}$

4.- Se tienen dos muestras de aire en frascos de 0,5 L. La muestra A presenta 10 mg de CO y la muestra B 15 mg de CO. ¿Cuál de las muestras se encuentra en situación de emergencia ambiental nivel 3 con respecto al monóxido de carbono?

5.- ¿Cuál es la finalidad de establecer como medida la restricción vehicular? ¿Es una medida adoptada por la ciudadanía de forma voluntaria o un decreto?

Indicaciones para el docente

En cuanto a las preguntas 1 y 2 los estudiantes ya tienen nociones de concentración, bajo parámetros más concretos como lo son el % m/m y % m/v, que trabaja con gramos de soluto visualizado directamente por ellos en un volumen de 100 mL, no así los ppm y ppb, que son unidades de concentración que relacionan las trazas de soluto presentes por

metro cubico (1000L) de solución de aire. Con esta actividad se pretende generar el llamado “need-to-know principle” (Marchán-Carvajal y Sanmartí 2015), que consiste en que el contexto provoca en el alumnado la necesidad de aprender, necesitando nuevos conocimientos para realizar sus justificaciones (CPC) y por ende generar el cambio conceptual.

La finalidad de la pregunta 3 es que a través de las unidades de medida de cada una de las concentraciones, los estudiantes puedan construir el significado de ppm y ppb estableciendo la relación entre el soluto y el volumen de solución. Esto es importante a nivel de representación del estudiante, ya que una ecuación o fórmula no necesariamente genera el significado de proporción que se desea establecer (Galagovsky, L 2003)

Acá se abordan directamente los conceptos:

Partes por millón (ppm), es una unidad de medida de concentración que indica las partes de soluto presentes en un millón de partes de solución.

$ppm = 1 \text{ soluto} / 1.000.000 \text{ solución}$

Partes por billón (ppb), es una unidad de medida de concentración que indica las partes de soluto presentes en un billón de partes de solución.

$ppb = 1 \text{ de soluto} / 1.000.000.000 \text{ de solución}$

Para resolver la pregunta 4, los estudiantes tendrán que utilizar y determinar la concentración en ppm, para cada una de las muestras. En este caso la determinación de la concentración, cumple la finalidad de establecer un parámetro que permite a los estudiantes justificar (CPC) su respuesta a partir de los resultados obtenidos. Al resolver la pregunta, ninguno de los frascos supera los 35 ppm, como para clasificarlo en nivel 3 de emergencia ambiental.

Para la pregunta 5, a partir de las competencias adquiridas y la información proporcionada, se espera que los estudiantes puedan acceder a la información presente en la página web en del SINCA (Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire del Ministerio del Medio Ambiente), haciendo aportes para mejorar y cautelar dentro de sus posibilidades la calidad del aire que respiramos, o bien, hacer críticas argumentadas con respecto a la legislación vigente, la cual establece los parámetros para el MP10, habiendo estudios de la peligrosidad que constituye el MP2,5. Todo lo anterior fundamentado en la importancia de alfabetizar científicamente a nuestros estudiantes para que tomen decisiones. La pregunta cinco, otorga las herramientas para la etapa de síntesis y final de la secuencia diseñada.

Es importante que al final de la etapa de síntesis, los estudiantes vuelvan a responder las preguntas iniciales, de modo que puedan ser conscientes de sus respuestas iniciales y de sus respuestas al terminar esta etapa. De modo que sepan cuánto han aprendido en todo este proceso.

Fase de sistematización o aplicación.

En esta fase se les presentará la siguiente noticia a los estudiantes:

Chile entre los países con más número de muertos por monóxido de carbono

Se estima que ha cobrado la vida de cerca de 400 personas en los últimos siete años.

Miércoles, 15 de junio de 2011

Se calcula que alrededor de un 50% de la población mundial utiliza de manera habitual carbón o leña en sus hogares como fuente de energía para cocinar o calentar ambientes. En la actualidad, la exposición al humo de carbón o leña y artefactos que utilicen gas (calefontes) en lugares con mala ventilación, ocupan el cuarto lugar entre los factores de riesgo para la salud en los países en vías de desarrollo.

En Chile, la intoxicación por inhalación de monóxido de carbono (CO), que es el gas que emanan los braseros, a pesar de no contar con registros fidedignos, se estima que ha cobrado la vida de cerca de 400 personas en los últimos siete años. El CO es altamente peligroso porque se trata de un gas que sólo se puede detectar por medio de sensores, ya que es incoloro, inodoro e insípido, y puede causar la muerte cuando se respira sin que los afectados se den cuenta.

Solo en el siglo XIX se estudiaron los efectos bioquímicos y fisiológicos del CO. El efecto tóxico del CO se produce debido a la hipoxia tisular, este efecto tóxico es derivado principalmente de la disminución del oxígeno unido a la hemoglobina (HB). El CO se combina con la HB, cuya unión es 240 veces más fuerte que la unión entre oxígeno y HB, por lo que al estar la HB ocupada con CO no hay transporte de O₂ a los tejidos. Respirar aire que contenga concentraciones de CO tan bajas como 0,1% (1000 ppm), puede ser letal.

Actividad: Columna de opinión

De manera individual confecciona una columna de opinión de una página, donde puedas argumentar por qué motivo es necesario reducir la emisión de contaminantes en la ciudad.

Analizando como un especialista alguna situación de tu vida cotidiana parecida a las relatadas en la noticia o utilizando los datos que allí aparecen en la tabla.

Es importante que proporciones información concreta sobre el lenguaje técnico (ppm y ppb) para que el resto de las personas entiendan a que se refieren las cifras. También puedes apoyarte en los datos que entrega el SINCA de la región metropolitana.

Indicaciones al docente

El docente deberá indicar que la columna se desarrolla con bastante libertad en cuanto a su estructura. Es importante partir de un hecho que llama la atención del columnista, de acuerdo a la especialidad de la columna, y sobre la cual se tiene suficientes antecedentes que le permite desarrollar una opinión al respecto.

La finalidad de esta actividad es que los estudiantes puedan argumentar a través del lenguaje escrito una situación que a ellos les cause gran atención. Y que puedan convencer a la comunidad de la necesidad de disminuir los niveles de contaminación del aire, pero enseñando el lenguaje técnico que se utiliza en este caso y las enfermedades asociadas a la contaminación.

PROYECCIONES

Durante el desarrollo del encuentro presentaremos los resultados de la implementación, los análisis y evaluación final de la propuesta en un curso de estudiantes de edades entre los 15 y 16 años de un colegio de la ciudad de Santiago de Chile.

AGRADECIMIENTOS

- A nuestro programa de estudios, Magister en Didáctica de las Ciencias Experimentales. PUCV.

- Agradecimientos a la comisión nacional de ciencia y tecnología (CONICYT) Chile por financiar nuestros estudios de postgrado.

CONICYTPCHA/Magíster Nacional 2015-22151311. Cecilia Morales Cisternas

CONICYTPCHA/Magíster Nacional 2015-22151474. Ana María Herrera Beca

BIBLIOGRAFÍA

Bliss, J.; Monk, M. y Ogborn, J. (1983) *El análisis de datos cualitativos para la investigación educativa: una guía para usuarios de redes sistémica*. Londres: Croom Helm.

Galagovsky, L.; Rodríguez, M.; Morales, L. y Stamati, N. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales: Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. 21 (1),107-122

Jorba, J. y Sanmartí, N. (1996). *Enseñar a aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas para las áreas de ciencias naturales y matemáticas*. Madrid: MEC.

Marchán-Carvajal, I. y Sanmartí, N. (2015). Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica. *Aceptado para su publicación. Revista educación química*.

Pozo, J.; Gomez-Crespo, M.; Limon, M. y Sanz, A. (1991). Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química. Centro de publicaciones del ministerio de educación y ciencias. CIDE. Madrid

Pozo, J.I, y Gómez Crespo, M.A. (1998). Aprender y enseñar ciencia. Capítulo II y III. pp. 33- 79. Madrid: Morata.

Zeidler, D.L. & Nichols B.H.(2009). Socioscientific Issues: Theory and Practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21 (2), 49-58.

Los *Concept Cartoons* en estudiantes de Magisterio: una experiencia innovadora de aprendizaje cooperativo

Jiménez, G.

Grup d'Innovació Docent de Didàctica de les Ciències. Facultat d'Educació, Universitat de Barcelona.

gregojimenez@ub.edu

RESUMEN

Los *Concept Cartoons* consisten en viñetas tipo cómic en las que aparecen diferentes personajes con distintos puntos de vista sobre una situación cotidiana. Como recurso educativo, permiten explorar los conocimientos previos de los estudiantes, favorecen la discusión y estimulan la argumentación y la indagación. En este artículo se describe una experiencia didáctica usando *Concept Cartoons* con estudiantes de Magisterio, en un ambiente cooperativo. La valoración de los estudiantes de esta experiencia educativa cooperativa y centrada en el estudiante fue muy positiva.

Palabras clave

Concept Cartoon, constructivismo, recurso didáctico, aprendizaje cooperativo, magisterio.

INTRODUCCIÓN

Resulta obvio que los estudiantes del Grado de Educación Primaria, que en un futuro tendrán que impartir la asignatura de Ciencias de la Naturaleza, deberían tener una adecuada base científica en lo que respecta al currículum de Primaria (Gilbert, 2010). Las deficiencias en este aspecto, a veces en forma de concepciones erróneas típicas del alumnado de 6-12 años (Burgoon, Heddle y Duran, 2010), no solo podrían dificultar que las ideas previas que tienen sus futuros estudiantes de primaria evolucionen hacia concepciones científicamente más correctas, sino que podrían reforzarlas o incluso crear nuevas concepciones erróneas en dicho alumnado (Stein, Larabee y Barman, 2008).

Pero para nuestros estudiantes de Magisterio no es suficiente con tener una buena base científica, sino que la actitud que adoptan hacia las Ciencias resulta igualmente esencial: diversos estudios han puesto de manifiesto la importancia de que los docentes muestren una actitud positiva hacia las Ciencias en sus clases (Cantrell, Young y Moore, 2003; Newton y Newton, 2011), ya que ello influirá en la actitud que muestren luego sus estudiantes hacia las Ciencias. Y, por el mismo motivo, sería deseable que ellos hubieran percibido una actitud positiva hacia las Ciencias por parte de sus profesores durante la enseñanza anterior a la Universidad. De hecho, entre las razones por las que parte de nuestro alumnado de Magisterio puede sentir aversión a las Ciencias figuran las experiencias negativas en las clases de asignaturas científicas en Secundaria (Mallow et al., 2010). Empezamos mal, por tanto, si muchos de nuestros estudiantes de Magisterio cursan las distintas asignaturas de Didáctica de las Ciencias con una actitud negativa hacia las disciplinas científicas, considerándose muchas veces ellos mismos como “alumnos fracasados” en las disciplinas científicas (Parker y Spink, 1997).

En el presente trabajo describimos una experiencia didáctica constructivista que pretende explorar los conocimientos previos de los estudiantes de Magisterio, utilizando para ello una metodología que propicia la participación activa del alumnado, que potencia una actitud positiva hacia las Ciencias y en la que se combinan los *Concept Cartoons* con el aprendizaje cooperativo, y que puede ser utilizada como recurso didáctico con sus futuros estudiantes de Educación Primaria.

LOS CONCEPT CARTOONS

Los *Concept Cartoons* (CC en adelante) son un recurso educativo creado por Keogh y Naylor (1998). Consisten en viñetas tipo cómic en las que aparece una serie de personajes que, con brevedad y sin usar un lenguaje técnico, expresan distintas opiniones y explicaciones sobre algún fenómeno científico, normalmente en un contexto cotidiano (figura 1). Entre las distintas opiniones o explicaciones suele haber una que representa la visión científica más correcta, mientras que el resto corresponden a explicaciones científicamente erróneas pero creíbles para el alumnado, ya que se basan en la intuición y/o experiencia de los estudiantes. De hecho, muchas de estas explicaciones incorrectas son ideas previas erróneas típicas que se han ido identificando en diferentes investigaciones educativas en el alumnado de Primaria.

De acuerdo con Kuhn, Shaw y Felton (1997), el progreso en el conocimiento individual surge de la discrepancia entre distintos puntos de vista, y es esta discrepancia abierta entre los personajes del dibujo lo que invita a debatir y a que cada estudiante justifique su punto de vista al respecto y a considerar las explicaciones alternativas de sus compañeros (Wellington y Osborne, 2001), lo cual promueve la argumentación (Jiménez-Aleixandre, Rodríguez y Duschl, 2000). Naylor, Keogh y Downing (2007) concluyeron que los CC son un estímulo efectivo para la argumentación en las clases de Ciencias de Primaria y para la construcción compartida de conocimiento. Además, la discusión argumentativa lleva asociada frecuentemente un proceso de indagación necesario para resolver el dilema que presenta la viñeta conceptual que suscita la participación activa de los estudiantes en dicho proceso (Wallace, Hand y Prain, 2004).

Aunque los CC han sido ampliamente usados en la enseñanza de las Ciencias en muchos países, no hemos encontrado ninguna referencia a su uso en España o en español, salvo el estudio realizado por Galera y Reyes (2015). En uno de esos estudios, estas viñetas fueron utilizadas como herramienta para evaluar el conocimiento científico de estudiantes de Magisterio en varias universidades del Reino Unido y se detectó una actitud mayoritariamente favorable de estos estudiantes hacia este tipo de dibujos porque les permitió ser más conscientes de sus deficiencias en cuanto a conocimientos científicos y, por tanto, les ayudó a reestructurar la comprensión que tenían de los mismos (Keogh et al., 2000). Además, después de haber sido evaluados con CC, muchos de estos estudiantes las utilizaron exitosamente como recurso educativo en sus clases de Ciencias en Primaria, ya como maestros.

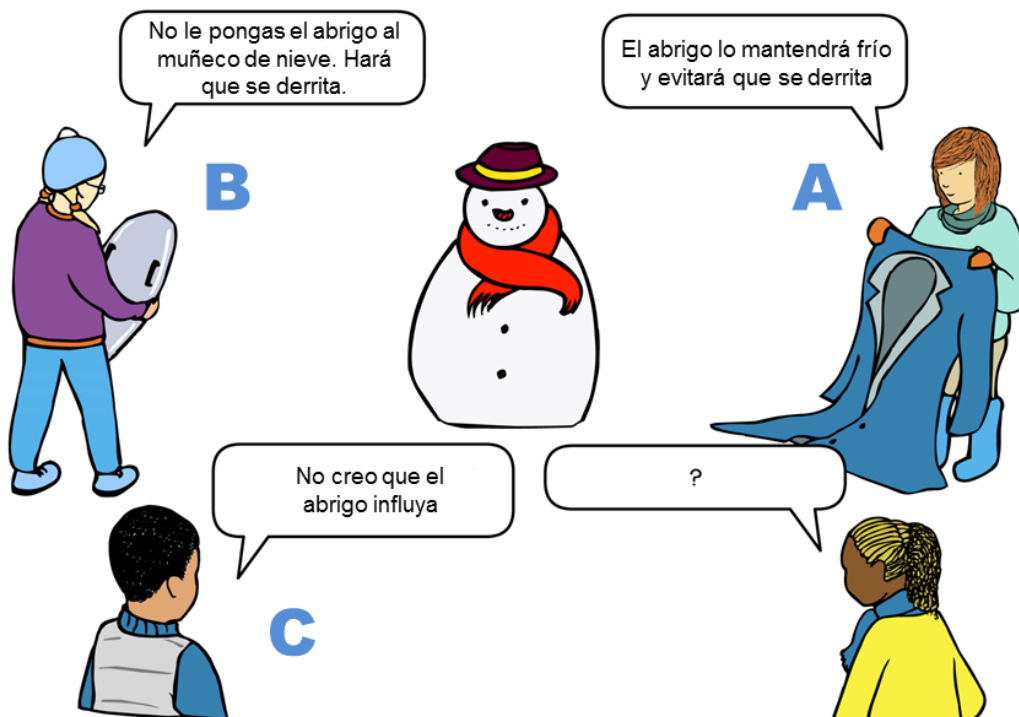


Figura 1: Viñeta “El muñeco de nieve”. Reproducido, con permiso, de Naylor y Keogh (2013).

En suma, los CC permiten la exploración de los conocimientos previos, provocan una actitud más positiva hacia las Ciencias y potencian la argumentación y la indagación entre el alumnado. Además, su uso con estudiantes de Magisterio podría tener un impacto positivo en la futura práctica docente de estos. De hecho, según Mercer, Dawes y Staarman (2009), los futuros docentes de Primaria deberían fomentar el desarrollo de técnicas pedagógicas en las que se fomente el diálogo entre estudiantes, como sucede con el uso de este tipo de viñetas conceptuales.

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

La presente experiencia se ha llevado a cabo con 42 estudiantes (34 chicas, 8 chicos) de segundo curso del grado de Educación Primaria de la Universitat de Barcelona, durante el curso académico 2012-13. De los 42 estudiantes, 7 habían cursado el Bachillerato científico. Dicha experiencia tuvo lugar al inicio del tema “Estados de la materia: energía térmica y cambios de estado” de la asignatura obligatoria “Didáctica de la materia, de la energía y de la interacción”.

A los estudiantes se les presentó una viñeta conceptual (figura 1) en la que aparece un muñeco de nieve y, a su lado, unos personajes que están discutiendo sobre cuál es la mejor manera de retrasar, lo máximo posible, el derretimiento del muñeco de nieve, ahora que empieza a hacer calor (es importante dejar claro que la temperatura exterior es positiva, ya que si fuese negativa el desenlace sería diferente). Los comentarios que realizan los personajes son los siguientes:

- Personaje A: “El abrigo lo mantendrá frío y evitará que se derrita”.
- Personaje B: “No le pongas el abrigo al muñeco de nieve. Hará que se derrita”.
- Personaje C: “No creo que el abrigo influya”.

En las últimas versiones de los CC se ha añadido un personaje adicional, con su burbuja de diálogo en blanco o con una interrogación para incentivar a los estudiantes a que añadan ideas adicionales a la discusión.

A los estudiantes se pidió que, individualmente, decidieran cuál de los tres personajes tiene razón y que justificaran, por escrito, su elección. Los resultados que se obtuvieron, junto con algunas de las justificaciones recogidas, se recogen en la tabla 1.

Casi la mitad del alumnado eligió inicialmente una opción incorrecta (B o C), con explicaciones erróneas comunes en el alumnado de Primaria (Allen, 2010), tales como “el abrigo aporta calor al muñeco de nieve”, idea errónea basada, sin duda, en la experiencia que tienen los estudiantes de que la ropa de abrigo nos ayuda a mantenernos calientes en invierno. Incluso alguna de las justificaciones de los que han elegido la opción A no es totalmente correcta en términos científicos, como el hecho de que es la acción directa de los rayos del Sol la responsable de que se derrita la nieve o no, con independencia de la temperatura exterior.

Opción (%)	Justificaciones
A (57,1%)	<ul style="list-style-type: none"> • El abrigo impedirá la transferencia de calor de los rayos del sol al muñeco de nieve • El abrigo hace de aislante y conserva la temperatura del muñeco • Cuando queremos mantener una cosa fría la alejamos de los rayos directos del Sol y, por tanto, es mejor tapanlo con el abrigo
B (19,0%)	<ul style="list-style-type: none"> • El abrigo impide que el calor salga y, como queda dentro, la nieve se funde • El abrigo aporta calor al muñeco de nieve • La energía térmica de los rayos solares irá calentando la chaqueta y ésta transferirá parte de la energía térmica al muñeco y se acabará fundiendo • El muñeco coge el calor que tiene el abrigo • El sol transmite energía calorífica y el abrigo, también.
C (23,9%)	<ul style="list-style-type: none"> • La temperatura de la nieve es siempre de 0°C • La lana no es una buena conductora térmica y por tanto es igual que el sol toque la lana o directamente al muñeco • Es indiferente porque el muñeco desprende frío y al ponerle encima la chaqueta como no hay rozamiento, no se genera calor.

Tabla 1.- Resultados iniciales y algunas justificaciones.

En este momento de la experiencia, el profesor preguntó a los estudiantes cómo se podría comprobar en el laboratorio cuál de los 3 personajes tiene razón. Después de diversas intervenciones de los estudiantes, estos concluyeron que se podría comprobar observando si un trozo de hielo cubierto con alguna tela se derretía más o menos que un trozo de hielo idéntico sin cubrir, ambos dejados fuera del congelador. Entonces el profesor sacó dos bloques de hielo iguales del congelador del laboratorio y, tal y como había acordado con los estudiantes, puso los dos bloques de hielo al sol, pero mientras que uno de los bloques lo introdujo dentro de un calcetín de esquiar, el otro lo dejó descubierto, para investigar el efecto que tendría sobre el muñeco de nieve el ponerle o no la chaqueta encima (la temperatura del laboratorio era de 24°C).

El hecho de que un 57,1% de los estudiantes eligiera la respuesta correcta y que la justificación que hubiesen dado mayoritariamente estos estudiantes fuera científicamente correcta (el papel aislante del abrigo evita la transferencia de energía térmica del exterior al muñeco) implica que la respuesta científicamente correcta se encuentra entre el alumnado. Si, de acuerdo con Shiland (1999), la construcción del conocimiento es básicamente un proceso social en el que el significado se construye en el contexto del diálogo con otros, entonces es probable que, mediante un proceso de argumentación cooperativa, el porcentaje de estudiantes que acaben eligiendo la respuesta correcta

amente. Con tal finalidad, el profesor pidió a continuación que los estudiantes argumentaran sus respuestas en grupos cooperativos de 3 ó 4 estudiantes. En el aprendizaje cooperativo, los estudiantes deben elaborar sus estructuras cognitivas en un contexto social y una de las maneras más efectivas de conseguirlo es a través de las propias explicaciones del estudiante (Jiménez y Llitjós, 2006).

Cuando todos los estudiantes habían explicado y argumentado su decisión frente a los compañeros de su grupo, el profesor volvió a pedir que, individualmente, eligieran qué personaje creían que estaba en lo cierto. En esta nueva ocasión, el 88,1% eligió el personaje A, el 11,9% escogió el personaje B y nadie se decantó por el personaje C. Es decir, sin la intervención directa del profesor hasta ese momento, únicamente con las discusiones en el grupo cooperativo, el porcentaje de alumnado que eligió la opción correcta subió notablemente.

Seguidamente, el profesor indicó que cada grupo cooperativo debía dar una única respuesta en una tercera y última votación. Para ello les permitió discutir durante unos minutos más, de tal manera que, negociando y desarrollando habilidades persuasivas, pudieran llegar a una respuesta consensuada, fomentando la interdependencia positiva entre los miembros de cada grupo. En esta ocasión, de los 11 grupos que se habían formado, 10 de ellos eligieron la respuesta A por consenso (lo que supone un 92,8% el alumnado), mientras que el último grupo no llegó a un consenso, aunque la opción A fue elegida por 2 de los 3 alumnos de dicho grupo, lo cual significa que, salvo este estudiante de este último grupo, el resto de los estudiantes (97,6%) finalmente se habían decantado por la opción A.

Con una aproximación comunicativa dialógica e interactiva (Mortimer y Scott, 2003), el profesor pidió a los estudiantes que justificasen científicamente la opción elegida (a pesar de haber elegido mayoritariamente la opción A, algunas de las explicaciones de los estudiantes seguían sin ser totalmente correctas, como ya se discutió anteriormente), lo que hizo abrir un debate y la participación a toda la clase. El profesor, en situaciones como esta, debe moderar dicho debate, gestionar frecuencias y tiempos de intervención, posibilitar que todos tengan las mismas oportunidades de plantear y responder nuevas preguntas que surgen y reconducir el tema cuando comentarios colaterales desvían la atención. En ocasiones, ante determinados comentarios o preguntas de los estudiantes, el profesor planteó alternativas, que no habían sido consideradas por los estudiantes, para que fueran estos quienes llegaran a la explicación científicamente correcta, a través del diálogo socrático. Finalmente, el profesor resumió las diferentes intervenciones, recapitulando los puntos más importantes tratados (aproximación comunicativa no interactiva y dialógica).

Llegados a este punto, los estudiantes comprobaron qué había pasado con los dos trozos de hielo que se dejaron al sol y observaron que, después de casi dos horas, el trozo de hielo metido en el calcetín de esquiar se había fundido un 24,7%, mientras que este porcentaje subía hasta el 89,8% en el caso del bloque de hielo sin cubrir (con una balanza, se midió la masa de los bloques de hielo antes y después de la experiencia).

Opinión del alumnado

Al final del curso, los estudiantes completaron una encuesta en la que, mediante una escala Likert, mostraron su grado de conformidad sobre diferentes afirmaciones relacionadas con distintos aspectos de la asignatura. Dos de las afirmaciones de esta encuesta estaban relacionadas con esta experiencia. Los porcentajes obtenidos, para cada uno de los 7 valores de la escala, se muestran en la tabla 2.

Afirmación	Respuestas y porcentajes						
	1	2	3	4	5	6	7
Discutir y argumentar con mis compañeros de clase sobre una pregunta determinada, mejoró mi nivel de comprensión sobre ese tema							
	0%	0%	0%	2,4%	14,3%	26,2%	57,1 %
El uso de <i>Concept Cartoons</i> como preguntas de exploración de conocimiento previo es adecuado	1	2	3	4	5	6	7
	0%	0%	0%	0%	14,3%	26,2%	59,5%

Tabla 2. Resultados de las preguntas Likert (1=totalmente en desacuerdo; 3=en desacuerdo; 5=de acuerdo; 7=totalmente de acuerdo). N=42.

Como puede verse, el alumnado respaldó mayoritariamente el uso de los CC como método para explorar los conocimientos previos sobre un tema: las respuestas con una puntuación igual o superior a 5 totalizaron un 97,6% de las respuestas. Además, los estudiantes manifestaron unánimemente que discutir y argumentar con sus compañeros de clase sobre un tema determinado les hizo mejorar el nivel de comprensión de dicho tema (respuestas iguales o superiores a 5 en la segunda afirmación: 100%).

VALORACIÓN FINAL

En este trabajo se ha presentado una actividad con CC, dentro de un ambiente cooperativo. Algunos autores, como Panitz y Panitz (1998) piden que las actividades cooperativas se usen con más asiduidad en la enseñanza universitaria, y el uso de CC en este contexto cooperativo ha resultado muy positivo. Por una parte, ha servido para explorar las ideas previas de nuestros estudiantes sobre el tema del calor y temperatura, y los propios estudiantes han avalado, a través de la encuesta que respondieron, la idoneidad de este recurso educativo para explorar conocimientos previos. Además, ha fomentado el desarrollo de habilidades investigativas en nuestro alumnado, al tener que diseñar y ejecutar una pequeña investigación para comprobar qué personaje de la viñeta estaba en lo correcto. Todo ello, propiciando que el alumnado tenga una actitud más positiva hacia las Ciencias gracias a las características propias de los CC, en especial, al hecho de que traten sobre temas cotidianos y lo hagan con un lenguaje cercano, sin tecnicismos.

Sin embargo, la principal ventaja que hemos percibido en esta experiencia didáctica está relacionada con la importancia de la interacción social y la comunicación cuando los CC se usan cooperativamente, algo que ya había señalado previamente Dabell (2004). El hecho de que los estudiantes expresen sus opiniones y razones sobre qué personaje creen ellos que tiene razón les ayuda a comparar la comprensión que tienen sobre el tema con la de sus compañeros de grupo y, por tanto, pueden validar sus ideas o bien encontrar discrepancias que les ayudarán a aprender significativamente. Resulta convincente que, sin la intervención directa del docente y simplemente mediante la argumentación y el diálogo cooperativo entre el alumnado, el porcentaje de estudiantes que eligió la opción A subiera del 57% al 98%, lo cual indica que aquellos que inicialmente habían optado por la opción correcta tenían argumentos más sólidos para rebatir las respuestas incorrectas de sus otros compañeros. Además, en la encuesta realizada, los estudiantes han afirmado casi por unanimidad que la discusión y argumentación en grupos cooperativos mejoró el nivel de comprensión sobre el tema, lo cual está consonancia con Gabber, Johnson y Johnson (1986) y Osborne (2010) cuando afirman que el uso activo del lenguaje, la discusión y la argumentación desarrollan estrategias cognitivas de razonamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, M. (2010). *Misconceptions in Primary Science*. Maidenhead: Open University Press, McGraw-Hill Education.
- Burgoon, J. N., Heddle, M. L. y Duran, E. (2010). Re-examining the similarities between teacher and student conceptions about physical science. *Journal of Science Teacher Education*, 21(7), 859-872.
- Cantrell, P., Young, S. y Moore, A. (2003). Factors affecting science teaching efficacy of preservice elementary teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 14(3), 177-192.
- Dabell, J. (2004). *The Maths Coordinator's File- Using Concept Cartoons*. Londres: PFP Publishing.
- Gabbert, B., Johnson, D. W. y Johnson, R. T. (1986). Cooperative learning, group-to-individual transfer, process gain, and the acquisition of cognitive reasoning strategies. *Journal of Psychology*, 120(3), 265-278.
- Galera, M. y Reyes, J. (2015). Influencia de los *Concept Cartoons* en la motivación y resultados académicos de los estudiantes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 419-440. Último acceso el 12 de febrero de 2016, desde <http://reuredc.uca.es>
- Gilbert, J. K. (2010). Supporting the development of effective science teachers. In J. Osborne y J. Dillon (Eds.), *Good Practice in Science Teaching: What Research Has to Say* (pp. 274-300). Maidenhead: Open University Press.
- Jiménez, G. y Llitjós, A. (2006). Procesos comunicativos en entornos telemáticos cooperativos. *Comunicar. Revista de Medios de Comunicación y Educación*, 27, 149-154.
- Keogh, B. y Naylor, S. (1998). Teaching and Learning in Science using Concept Cartoons. *Primary Science Review*, 51, 14-16.
- Keogh, B., Naylor, S. y Wilson, C. (1998). Concept Cartoons: A New Perspective on Physics Education. *Physics Education*, 33(4), 219-224.
- Keogh, B., Naylor, S., de Boo, M. y Feasey, R. (2000). Researching formative assessment: concept cartoons as an auditing strategy. En R. Duit (Ed.), *Research in Science Education: Past, Present and Future* (pp. 137-142). Dordrecht: Kluwer.
- Kuhn, D., Shaw, V. y Felton, M. (1997). Effects of dyadic interaction on argumentative reasoning. *Cognition and Instruction*, 15(3), 287-315.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Rodríguez, A. B. y Duschl, R. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.
- Mallow, J., Kastrup, H., Bryant, F.B., Hislop, N., Shefner, R. y Udo, M. (2010). Science anxiety, Science attitudes, and gender: Interviews from a binational study. *Journal of Science Education and Technology*, 19(4), 356-369.
- Mercer, N., Dawes, L. y Staarman, J.K. (2009). Dialogic teaching in the primary science classroom. *Language and Education*, 23(4), 353-369.
- Mortimer, E. F. y Scott, P. H. (2003). *Meaning making in Secondary Science Classrooms*. Buckingham: Open University Press.
- Naylor, S., Keogh, B. y Downing, B. (2007). Argumentation and Primary Science. *Research in Science Education*, 37(1), 17-39.

- Naylor, S. y Keogh, B. (2013). *Concept Cartoons in Science Education Set 1-revised edition*. Sandbach: Millgate House Publishing Ltd.
- Newton, D. P. y Newton, L. D. (2011). Engaging science: pre-service primary school teachers' notions of engaging science lessons. *International Journal of Science Mathematics Education*, 9(2), 327-345.
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn in Science: The role of collaborative, critical discourse. *Science*, 328, 463-466.
- Panitz, T. y Panitz, P. (1998). Encouraging the use of collaborative learning in higher education. In J. James y G. Forest (Eds.), *University teaching international perspectives*, Studies in Higher Education, volumen 13 (pp. 161-210). Nueva York: Garland Press.
- Parker, J. y Spink, E. (1997). Becoming Science Teachers: an evaluation of the initial stages of primary teacher training. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 22(1), 17-31.
- Shiland, T. W. (1989). Constructivism: The Implications for Laboratory Work. *Journal of Chemical Education*, 76(1), 107-109.
- Stein, M., Larabee, T. G y Barman, C. R. (2008). A study of common beliefs and misconceptions in physical science. *Journal of Elementary Science Education*, 20(2), 1-11.
- Wallace, C. S., Hand, B. y Prain, V. (2004). *Writing and learning in the science classroom*. Norwell: Kluwer Academic Publishers.
- Wellington, J. y Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham: Open University.

Propuesta de una asignatura optativa de Astronomía en cuarto curso de Enseñanza Secundaria

Laso, S., Ruiz, M., Peraita, L.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Valladolid.

Sal_laso@hotmail.com

RESUMEN

La finalidad de este trabajo es, por un lado, conocer el proceso para la implantación e implementación de una asignatura optativa en un centro de enseñanza secundaria y, por otro lado, desarrollar una propuesta concreta dentro de la especialidad de física y química. A este respecto, se ha trabajado en una materia optativa que se ha denominado “Iniciación a la Astronomía”. Se ha reflexionado sobre la idoneidad y utilidad que puede tener esta asignatura y se ha desarrollado una propuesta específica y detallada de programación didáctica para la misma, siguiendo lo establecido en la legislación vigente.

Palabras clave

Enseñanza de las ciencias, astronomía, programación didáctica, enseñanza secundaria.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principios del sistema educativo español, recogido en la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE, 2013) reconoce “la flexibilidad para adecuar la educación a la diversidad de aptitudes, intereses, expectativas y necesidades del alumnado, así como a los cambios que experimentan el alumnado y la sociedad”.

Se reconoce así un espacio para las materias optativas en el que se puede dar una respuesta a las necesidades concretas de alumnado y centros, sin perder de vista el planteamiento inclusivo de la Educación Secundaria Obligatoria. En este sentido, se plantea para este trabajo una asignatura optativa de “Iniciación a la Astronomía”, la cual se posiciona como un puente para aproximar a los jóvenes a la ciencia (Ros, 2009), adecuándose perfectamente a la finalidad de la Educación Secundaria Obligatoria recogida en la ley:

La finalidad de la educación secundaria obligatoria consiste en lograr que los alumnos y alumnas adquieran los elementos básicos de la cultura, especialmente en sus aspectos humanístico, artístico, científico y tecnológico; desarrollar y consolidar en ellos hábitos de estudio y de trabajo; prepararles para su incorporación a estudios posteriores y para su inserción laboral y formarles para el ejercicio de sus derechos y obligaciones en la vida como ciudadanos.

La elección de la astronomía como tema responde en primer lugar al abandono que sufren las materias de ámbito científico por parte de las administraciones públicas, pese a los resultados negativos que muestran pruebas como PISA. La astronomía fascina, seduce y es una ciencia visual, multidisciplinar (involucra las matemáticas, la física e incluso la historia) que ha formado parte de la cultura de la humanidad desde los tiempos más

remotos. Observar la Luna, las estrellas, preguntarse porqué, preguntarse cómo o preguntarse qué hay más allá es algo intrínseco al ser humano y que se repite generación tras generación. Así pues, todas las características de esta maravillosa ciencia, especialmente su naturaleza multidisciplinar, deben aprovecharse para guiar a los alumnos hacia los estudios científicos y, en aquellos cuyos intereses sean otros, para reconciliarlos con la ciencia a través de una disciplina práctica.

La primera parte del trabajo se centra en la ordenación y el marco legal que acompaña al diseño, aprobación e implantación en un centro de secundaria de una asignatura optativa en la ESO. Y en segundo lugar, se presenta la propuesta concreta de desarrollo de esta materia optativa, a través de la programación didáctica para la asignatura “Iniciación a la Astronomía” en la que se detallan los objetivos, los contenidos, la metodología y el procedimiento de evaluación.

BREVE RESEÑA AL PROCESO QUE REGULA LA IMPLANTACIÓN DE UNA NUEVA ASIGNATURA OPTATIVA

Cuando se desea ofertar una asignatura optativa que no está regulada en la normativa vigente, el docente se enfrenta a una tediosa e incluso farragosa tarea de inmersión en leyes y demás documentos legislativos. Esta labor requiere de la colaboración del resto de miembros del departamento donde se integre dicha optativa, así como la implicación del centro educativo.

Las posibles asignaturas optativas que pueden cursar los alumnos en la Educación Secundaria Obligatoria vienen reguladas por el correspondiente Real Decreto a nivel estatal. No obstante, las Administraciones Educativas de cada Comunidad Autónoma tienen bastante libertad para adaptar y desarrollar estas directrices.

Así, a nivel de Castilla y León, se dispone de la ORDEN EDU 1047/2007 de 12 de junio por la que se regula la impartición de materias optativas en Educación Secundaria Obligatoria, y que vendría a ser la referencia legislativa básica para este trabajo. Acorde con la LOMCE, de primero a cuarto cursos, en función de lo que establezca cada Administración educativa y, en su caso, de la oferta de los centros docentes, los alumnos podrán cursar como optativas:

- Asignaturas no cursadas del bloque específico.
- Materias de ampliación de los contenidos de alguna de las materias del bloque de troncales o específicas.
- Materias a determinar, que pueden ser, entre otras:
 - Aprendizaje de Braille.
 - Tiflotecnología.
 - Autonomía Personal.
 - Sistemas aumentativos y alternativos de comunicación.

Es dentro de la segunda opción, donde encaja la creación de la asignatura optativa de Iniciación a la Astronomía. Respecto al curso más adecuado para cursarla, la Orden EDU 1047/2007 establece en su artículo 3.7:

Asimismo, en cuarto curso (...) los centros podrán aumentar la oferta de materias optativas en función de sus recursos organizativos y de las necesidades e intereses de su alumnado, con la incorporación de materias optativas específicas de ampliación y profundización.

La LOMCE también coincide que cuarto de ESO es el nivel más adecuado para la implantación de esta optativa, ya que es este curso el que tiene carácter preparatorio y orientador entre los diferentes itinerarios que puede escoger el alumno.

Una vez enmarcada la asignatura según la normativa vigente, se resumen a continuación los requisitos exigidos:

- El número de grupos que se constituyan para las materias optativas no podrán superar en más de dos a los constituidos para las materias comunes.
- Se requiere de la previa autorización de la Dirección General de Planificación y Ordenación Educativa. Junto con la solicitud de la autorización se debe acompañar una memoria. Esta memoria debe recoger: la justificación de la elección, el currículo de la materia optativa, los medios y recursos didácticos y el departamento que se responsabilizará del desarrollo.
- Las programaciones didácticas de las optativas se incluirán en la Programación General Anual del centro.
- Deberá existir un mínimo de 15 alumnos matriculados si el centro es sostenido con fondos públicos.

En cuanto al proceso concreto a seguir para su implantación requiere de los siguientes pasos:

1. Solicitud de la autorización a la Dirección General de Planificación y Ordenación Educativa y entrega de la memoria.
2. Los directores provinciales de Educación emiten a la Dirección General de Planificación y Ordenación Educativa las solicitudes que cumplan los requisitos, acompañadas del correspondiente informe de la Inspección Educativa.
3. La Dirección General de Planificación y Ordenación Educativa comunica si autoriza o no la impartición de la materia optativa solicitada.

PROGRAMACIÓN DIDÁCTICA: INICIACIÓN A LA ASTRONOMÍA

Una vez trabajada la parte administrativa del proceso, se presenta la propuesta de programación didáctica para la asignatura optativa de “Iniciación a la Astronomía”.

La ORDEN EDU/1046/2007, de 12 de junio, por la que se regula la implantación y el desarrollo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León, define las programaciones didácticas como “los instrumentos de planificación curricular específicos para cada una de las materias y ámbitos del currículo de la educación secundaria obligatoria”.

En los siguientes apartados se desarrolla la propuesta de programación didáctica para esta asignatura que comprende, en mayor o menor medida, todos los puntos requeridos por la orden anteriormente mencionada. El enfoque que se ha dado a esta programación es práctico, motivador e innovador. Para ello, se adaptará el esquema propuesto por Vázquez et al. (2011) realizando algunas aportaciones que pueden ser interesantes.

Objetivos

Objetivos generales de la etapa

Se trata de los doce objetivos que vienen recogidos en el Real Decreto 1105/2014 y que se refieren a las capacidades que los alumnos deben desarrollar durante la Educación Secundaria Obligatoria. Es conveniente tenerlos en cuenta en todas aquellas asignaturas enmarcadas en esta etapa, como es el caso de la “Iniciación a la Astronomía”. No tiene mucho sentido reproducir aquí estos objetivos, baste decir que son objetivos muy genéricos que se ajustan a cualquier asignatura y que sobre todo hablan de formar actitudes de respeto y civismo, así como distintas destrezas, hábitos y capacidades.

Objetivos generales de la materia

Precisando el marco de la materia optativa, según la orden EDU 1047/2007 de Castilla y León, ésta debe servir para desarrollar las capacidades generales a las que se refieren los objetivos generales de la etapa, facilitar la transición a la vida laboral, ampliar la oferta educativa y las posibilidades de orientación, atendiendo a los diferentes intereses, motivaciones, capacidades y necesidades del alumnado. Además las asignaturas optativas cursadas en cuarto curso, tendrán que proporcionar un nivel superior al de las materias obligatorias mediante unos contenidos significativos y actividades prácticas diversas. Teniendo en cuenta esto, se proponen los siguientes objetivos:

1. Conocer y analizar la evolución que ha experimentado el conocimiento astronómico desde las primeras civilizaciones hasta la actualidad, haciendo especial hincapié en la sustitución de las concepciones intuitivas por modelos acordes al conocimiento actual.
2. Identificar las constelaciones más importantes y los elementos más significativos del firmamento observables a simple vista y entender los movimientos de los cuerpos celestes.
3. Describir e interpretar los diferentes tipos de coordenadas celestes.
4. Enumerar las principales características de los planetas del Sistema Solar. Identificar los diferentes tipos de estrellas y su clasificación. Comparar su posible evolución.
5. Conocer la estructura de nuestra galaxia y compararla con otras. Conocer los fundamentos básicos del origen y la evolución del universo.
6. Manejar a un nivel básico instrumentos de observación como el telescopio y los prismáticos.
7. Utilizar la terminología científica adecuada en cada tema tanto en la expresión oral y escrita como en el manejo y creación de gráficos.
8. Desarrollar destrezas que permitan una adecuada discriminación de fuentes y contenidos y utilizar con justificación y soltura las TIC.
9. Adquirir el hábito de trabajo científico en lo referente al proceso de planteamiento de un modelo, su revisión crítica y su contrastación observacional.
10. Desarrollar una actitud positiva hacia la ciencia y la tecnología, así como adquirir hábitos de observación y de contacto con la naturaleza.

Contribución de la materia a la adquisición de competencias

Siguiendo la Recomendación 2006/962/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de diciembre de 2006 sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente, el Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre por el que se establece el currículo básico de la ESO y bachillerato se basa en la potenciación del aprendizaje por competencias. Tal y como establece el mencionado decreto, las competencias clave “(...) se conceptualizan como un «saber hacer» que se aplica a una diversidad de contextos académicos, sociales y profesionales”.

Así pues, las competencias clave, así como sus indicadores principales para esta propuesta didáctica son:

- Comunicación lingüística; utilizar la terminología específica de astronomía, expresando con orden y claridad la cadena de razonamiento para transmitir el pensamiento científico.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología; desarrollar la capacidad de observación crítica del entorno y ser capaz de extraer información relevante, siguiendo el método científico.
- Competencia digital; manejar software específico relacionado con la astronomía.
- Aprender a aprender; buscar, seleccionar y procesar información de internet u otras fuentes con espíritu crítico y seleccionando razonadamente fuentes válidas.
- Competencias sociales y cívicas; conocer y apreciar la contribución de la astronomía y las ciencias en general a la libertad de pensamiento y comprensión del mundo.
- Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor; mostrar autonomía e iniciativa a la hora de buscar información, trabajar individualmente y en equipo y en general resolver situaciones relacionadas con la astronomía.

Metodología

Tal y como establecen Vázquez et al. (2011), la metodología en educación “supone buscar respuesta a cómo enseñar”. Se trata, obviamente, de la cuestión clave de la profesión docente. Adaptando los principios básicos que proponen Vázquez et al. (2011), se presentan los que se siguen para esta asignatura: tiene en cuenta los conocimientos previos de los alumnos, evita el aprendizaje memorístico, fomentan el aprendizaje significativo, adopta un enfoque práctico de la astronomía y fomenta la habilidad de “aprender a aprender” relacionándola con el fomento de la curiosidad en el alumnado.

Teniendo en cuenta estos principios básicos, la estrategia metodológica a seguir en el aula sigue una secuencia que permite la asimilación de contenidos y la conexión con los conocimientos previos. Dicha secuencia comienza con la reserva de unos minutos al inicio de la sesión para revisar lo visto en las sesiones anteriores. Seguidamente se expone el tema, intentando involucrar en todo momento a los alumnos, para lo cual se trabaja desde distintas metodologías y recursos, que mantengan el interés del alumnado.

En último lugar se lleva a cabo la aplicación práctica de los contenidos vistos, intercalándola con las explicaciones teóricas. En este sentido, la astronomía es una ciencia que se presta enormemente al enfoque práctico que será, de hecho, el predominante a la hora de impartir las clases.

Contenidos

A la hora de establecer los contenidos que se han de tratar en esta optativa, la ORDEN EDU 1047/2007 únicamente indica que éstos han de ser “significativos” y que han de

articularse (para el presente caso) sobre la asignatura de Física y Química.

Teniendo en cuenta los objetivos y competencias establecidos en los apartados anteriores y con el apoyo de diversas fuentes referenciadas en la bibliografía, se establece la propuesta en cuanto a los contenidos a tratar:

- Unidad didáctica 1. La evolución de la astronomía a lo largo de la historia
- Unidad didáctica 2. Coordenadas celestes
- Unidad didáctica 3. El firmamento a simple vista: constelaciones y movimientos de los cuerpos más importantes
- Unidad didáctica 4. Nociones básicas del funcionamiento de un telescopio
- Unidad didáctica 5. El sistema solar
- Unidad didáctica 6. Las estrellas
- Unidad didáctica 7. La vía láctea y otras galaxias
- Unidad didáctica 8. El universo extragaláctico. Nociones básicas de cosmología y astrofísica

Evaluación

En esta propuesta, para comprobar la eficacia del proceso de enseñanza-aprendizaje se proponen cuatro procedimientos de evaluación: exámenes escritos con un peso del 40%, entrega de deberes y/o trabajos (30%), entrega del cuaderno del alumno (20%) y la actitud, comportamiento y respeto a los compañeros (10%).

REFLEXIONES

En el presente trabajo han quedado patentes las dos vertientes fundamentales que conforman el trabajo diario del docente: la vertiente administrativa y la vertiente pedagógica.

Por un lado el profesor ha de ser muy consciente del marco legislativo que le afecta, tanto a nivel estatal como autonómico, así como del reglamento propio de su centro. Por otro lado, y en base a esto, debe diseñar y poner en práctica un currículo ajustado a su asignatura, a su centro y especialmente a sus alumnos.

Se ha podido comprobar que la parte denominada administrativa puede resultar difícil y tediosa por la gran cantidad de leyes, decretos y órdenes que existen a diferentes niveles y que la totalidad del complejo procedimiento no se encuentra recopilado a disposición de los interesados. Existe además el problema de que este procedimiento cambia con la Comunidad Autónoma en la que se quiera implantar o implementar una asignatura optativa. Este es un aspecto que, de mejorarse con la implicación y mejor coordinación de los organismos pertinentes, facilitaría mucho el trabajo diario del docente y liberaría gran parte de su tiempo para poder ser dedicado directamente al alumno o a la actualización de la programación didáctica y metodología correspondiente.

En el proceso de diseño y elaboración de la programación didáctica se han manejado una gran variedad de recursos y herramientas de gran utilidad en el proceso de enseñanza aprendizaje del alumnado.

BIBLIOGRAFÍA

García, J.L. (2014). Conocimientos astronómicos del profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y preferencias metodológicas para la enseñanza de astronomía.

Enseñanza & Teaching, 32, (1), 161-198.

Instituto Nacional de Evaluación Educativa (2013). *PISA 2012: Informe Español*. (Boletín de Educación, 21). Recuperado de <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2012/boletin21pisa2012.pdf?documentId=0901e72b8178650b>

Medina, J. (2008). *Una historia breve de la astronomía*. Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá, Servicio de Publicaciones. Ministerio de Educación y Ciencia (Arribas, A. y Granados, P., 1992). *OPTATIVAS: Taller de Astronomía*. Madrid: Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones.

Ros, M.R. (2009). Abrir los ojos a la ciencia: una razón para estudiar astronomía. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 61, pp. 9-17.

Tola, J. (2009). *Atlas de astronomía: Una mirada al universo*. Barcelona: Verticales de Bolsillo.

Vázquez, E., Sevillano, M.L. y Méndez, M.A. (2011). *Programar en Primaria y Secundaria*. Madrid: Pearson Educación.

Referencias Legislativas

INSTRUCCIÓN CONJUNTA, de 7 de enero de 2009 de las Direcciones Generales de Planificación, Ordenación e Inspección Educativa y de Calidad, Innovación y Formación del Profesorado, por la que se establece el procedimiento de recogida y tratamiento de los datos relativos al alumnado con necesidad específica de apoyo educativo escolarizado en centros docentes de Castilla y León. Recuperado de http://crei.centros.educa.jcyl.es/sitio/upload/Instruccion_ATDI_7_de_enero_de_2009.pdf

Ley Orgánica de Educación, modificada por la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa. Texto Consolidado. (2013). En BOE 8/2013 de 9 de diciembre. Boletín Oficial del Estado, no 295, 2013, 10 diciembre. Recuperado de <http://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2006-7899>

Ley Orgánica 14/2007, de 30 de noviembre, de reforma del Estatuto de Autonomía de Castilla y León. Boletín Oficial de Castilla y León, suplemento al No 234, de 3 de diciembre de 2007. Recuperado de http://www.jcyl.es/web/jcyl/AdministracionPublica/es/Plantilla100/1197356527164/_/_/_

Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. Boletín Oficial del Estado, 29 de enero de 2015, núm. 25, pp. 6986 a 7003. Recuperado de http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-738

Orden EDU/1046/2007, de 12 de junio, por la que se regula la implantación y el desarrollo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. Boletín Oficial de Castilla y León, 114, de 13 de junio de 2007. Recuperado de <http://bocyl.jcyl.es/boletines/2007/06/13/pdf/BOCYL-D-13062007-7.pdf>

Orden EDU/1047/2007, de 12 de junio, por la que se regula la impartición de materias optativas en Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. Boletín Oficial de Castilla y León, 114, de 13 de junio de 2007. Recuperado de <http://bocyl.jcyl.es/boletines/2007/06/13/pdf/BOCYL-D-13062007-8.pdf>

ORDEN EDU/1152/2010, de 3 de agosto, por la que se regula la respuesta educativa al alumnado con necesidad específica de apoyo educativo escolarizado en el segundo ciclo de Educación Infantil, Educación Primaria, Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Enseñanzas de Educación Especial, en los centros docentes de la Comunidad de Castilla y León. Boletín Oficial de Castilla y León, 156, de 13 de agosto de 2010. Recuperado de <http://bocyl.jcyl.es/boletines/2010/08/13/pdf/BOCYL-D-13082010-1.pdf>

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado, 3 de enero de 2015, núm. 3, pp. 169 a 546. Disponible en http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-37

Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. Boletín Oficial del Estado, 5 de enero de 2007, núm.5, pp. 677 a 773. Recuperado de http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2007-238.

Ideas previas sobre el concepto de Robótica en alumnos de 3º de la ESO

López, L., De Pro, A., Jiménez, S.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.

llg1@um.es - nono@um.es - sjrejon@hotmail.com

RESUMEN

La comprensión de los robots que nos rodean es muy limitada, posiblemente porque en el currículum oficial no le ha dado la importancia que se merecen. Por ello, estamos elaborando una Tesis Doctoral cuya finalidad es el diseño, aplicación y evaluación de una unidad didáctica para la enseñanza de la Robótica en 3º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO).

En este trabajo, sólo exponemos algunos resultados parciales; en concreto, queríamos conocer qué ideas tenían unos alumnos sobre lo que era un robot, antes de realizar nuestra intervención en el aula. Para ello, se pasó un cuestionario a 42 estudiantes que pertenecían a las dos aulas donde realizamos la experiencia.

A partir de los resultados obtenidos, hemos detectado cuál era el concepto de robot que tiene el alumnado. Así, de los tres elementos en los que podemos dividir un robot, tan sólo identifican el componente físico o hardware, obviando la parte lógica.

Palabras clave

Robótica, ESO, alumnos, aprendizaje, evaluación.

ORIGEN Y JUSTIFICACIÓN

La robótica forma parte de nuestra vida diaria. No obstante, sólo desde hace poco, sus contenidos ha entrado a formar parte del currículo de las enseñanzas obligatorias de nuestro país MEC (2007).

Llama la atención que los jóvenes que cursan la ESO hoy día estén inmersos en un mundo rodeado de elementos robóticos y tecnológicos y, sin embargo, no han sido objeto importante de estudio durante la educación obligatoria. Así, dispositivos como el aire acondicionado, el ordenador, los teléfonos móviles, los frigoríficos inteligentes y un sinnúmero de dispositivos que nos encontramos a diario tienen una carga tecnológica muy alta, incluso algunos de ellos se pueden incluir como dispositivos robóticos.

Ahora bien si queremos definir que es un robot, deberemos aludir tanto al software como al hardware que se encarga de realizar distintos procesos o actividades en forma automatizada. Por ello, un robot debe tener, en un principio, la acción de un operador que es quien da la acción o bien ajusta las distintas variables para que éste tenga el menor margen de error posible. Esta distinción entre la parte física y la lógica es la que puede llevar al alumnado a confusión.

Realizando una revisión bibliográfica sobre el tema no hemos encontrado trabajos ni investigaciones, en nuestro contexto educativo, que hayan tenido la finalidad de identificar, contrastar y analizar el conocimiento previo del alumnado en esta temática.

Por último como docentes del área de Tecnología hemos sentido la necesidad de realizar este estudio para tener un punto de partida para construir el aprendizaje de los alumnos.

PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

Nos hemos centrado en la materia de Tecnologías de 3º de ESO. La elección de la temática –la robótica- no fue aleatoria y en ella concurrieron diversos factores: interés personal, importancia del tema, antecedentes en la literatura especializada...

Basándonos de lo que Mc Millan y Schumacher (2005) entienden por problema de investigación, sus características y posibilidades, y las consideraciones que realizan sobre la importancia, significación, oportunidad... de los mismos, nos hemos planteado el problema principal uno (PP1):

¿Cuáles son los conocimientos iniciales que posee nuestro alumnado de tercer ciclo de Educación Secundaria sobre la temática de la robótica?

REVISIÓN DE ANTECEDENTES

Este apartado lo hemos dividido en dos partes: el análisis de la normativa oficial y las aportaciones de la investigación en relación al concepto de Robótica.

Análisis de la normativa educativa oficial

En la figura 1 se ha elaborado un cuadro resumen comparativo acerca de la normativa tanto a nivel nacional (MEC, 2007), como el currículum oficial de la Región de Murcia CARM (2007) para ver qué dice sobre la enseñanza de la Robótica en la ESO:

Introducción	
MEC (2007)	CARM (2007)
Aparece el bloque “Control y robótica” en 4º curso y también se alude al de Neumática e Hidráulica. No se habla de la inclusión del tema en 3º pero, en relación con los Mecanismos, se dice: “incorpora los aprendizajes relativos a los operadores básicos para la transmisión de movimientos... parece necesario introducir en primer lugar los operadores más sencillos y necesarios para el funcionamiento de un objeto, aumentando progresivamente el grado de complejidad de los mismos, para finalizar profundizando en los principios físicos que rigen su funcionamiento. Se ha de fomentar la aplicación práctica de estos contenidos mediante la elaboración y construcción de proyectos técnicos”.	Se incluye el bloque: 10. Control y robótica. En él, se hace referencia al estudio de sistemas capaces de regular su propio comportamiento, y permite aproximar varias Tecnologías entre sí.
Contribución al desarrollo de las competencias	
MEC (2007)	CARM (2007)
Leemos: “El análisis de objetos y sistemas técnicos desde distintos puntos de vista permite conocer cómo han sido diseñados y construidos, los elementos que los forman y su función en el conjunto, facilitando el uso y la conservación”. También se señala: “el conocimiento y análisis crítico de la repercusión medioambiental de la actividad tecnológica y el fomento de actitudes responsables de consumo racional” Más	Vemos que:” La contribución a la autonomía e iniciativa personal se articula especialmente en la posibilidad de emular procesos de resolución de problemas a través de una metodología de proyectos” Más adelante leemos: “La materia contribuye específicamente en el tratamiento de la información y competencia digital mediante varios bloques específicos de contenidos. Es imprescindible su empleo no como fin en sí

<p>adelante, se comenta: “Al conocimiento de la organización y funcionamiento de las sociedades colabora la materia de Tecnología desde el análisis del desarrollo tecnológico de las mismas y su influencia en los cambios económicos y de organización social que han tenido lugar a lo largo de la historia de la humanidad”. Y también: “Por otra parte, el estudio metódico de objetos, sistemas o entornos proporciona habilidades y estrategias cognitivas y promueve actitudes y valores necesarias para el aprendizaje”.</p>	<p>mismas, sino como herramientas del proceso de aprendizaje.” Y termina: “A la adquisición de la competencia para aprender a aprender se contribuye mediante una metodología específica de la materia que incorpora el análisis de los objetos y la emulación de procesos de resolución de problemas como estrategias cognitivas”</p>
Objetivos	
MEC (2007)	CARM (2007)
<p>No hay una alusión directa al tema pero en el 3 se dice: “Analizar los objetos y sistemas técnicos para comprender su funcionamiento, conocer sus elementos y las funciones que realizan, aprender la mejor forma de usarlos y controlarlos, entender las condiciones fundamentales que han intervenido en su diseño y construcción y valorar las repercusiones que ha generado su existencia”</p>	<p>Aparece el objetivo nº 3: “Analizar los objetos y sistemas técnicos para comprender su funcionamiento, conocer sus elementos y las funciones que realizan, aprender la mejor forma de usarlos y controlarlos, entender las condiciones fundamentales que han intervenido en su diseño y construcción y valorar las repercusiones que ha generado su existencia.”</p>
Contenidos	
MEC (2007)	CARM (2007)
<p>Aunque puede haber alusiones en otros, se dedica el bloque 6: “Mecanismos. Mecanismos de transmisión y transformación de movimiento. Relación de transmisión. Análisis de su función en máquinas. Uso de simuladores para recrear la función de estos operadores en el diseño de prototipos. Diseño y construcción de maquetas que incluyan mecanismos de transmisión y transformación del movimiento”.</p>	<p>Se incluye un Bloque de contenido explícitamente sobre Robótica: “BLOQUE 8. Control y robótica. Introducción a las máquinas automáticas y robots: automatismos. Arquitectura de un robot. Elementos mecánicos y eléctricos para que un robot se mueva. Sistemas de control”.</p>
Criterios de evaluación	
MEC (2007)	CARM (2007)
<p>Encontramos que hay dos que, sin ser exactamente del tema, pueden considerarse cercanos:</p> <p>3. Identificar y conectar componentes físicos de un ordenador y otros dispositivos electrónicos. Manejar el entorno gráfico de los sistemas operativos como interfaz de comunicación con la máquina.</p> <p>8. Identificar y manejar operadores mecánicos encargados de la transformación y transmisión de movimientos en máquinas. Explicar su funcionamiento en el conjunto y, en su caso, calcular la relación de transmisión.</p>	<p>Se incluyen dos criterios directamente relacionados con la robótica:</p> <p>25. Montar, utilizando sistemas mecánicos y eléctricos, un robot sencillo con capacidad de movimiento dirigido.</p> <p>26. Identificar los elementos básicos de un sistema de control.</p>

Figura 2. Comparativa de normativa educativa oficial acerca de la robótica en la ESO

En los criterios de evaluación definidos para los contenidos de robótica –no sólo en 3º sino también en 4º- notamos la falta de un criterio sobre el concepto de robótica y automatización, tan sólo se centran en la parte práctica, dejando de lado el aspecto conceptual.

Esta normativa se entiende como una guía-referencia de donde cada IES concretará unos determinados contenidos con sus respectivos criterios de evaluación.

Aportaciones de la investigación en relación al concepto de Robótica

Hemos revisado las aportaciones en cuanto a Robótica Educativa en el ámbito científico y tecnológico, realizadas a partir de 2007, fecha de publicación de la reforma LOE en la Educación Secundaria. En la Tabla 2 se recogen algunas y sus características:

Autores	Año	Temática investigada	Características
Rebollo	2012	Robótica como asignatura en enseñanza secundaria. Resultados de una experiencia educativa	Propuesta pionera de Robótica en las aulas en 4º de la ESO
Bravo y Forero	2012	La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales.	Planificación y ejemplo de propuesta de educación mediante robótica
Morales y Quiroga	2013	Robótica Escolar basada en E-WASTE.	Propuesta robótica usando materiales electrónicos reciclados
Rubio, Mañoso, Romero y Ángel	2014	Uso de las plataformas LEGO y Arduino en la enseñanza de la programación.	Propuesta didáctica para universitarios de programación
Diosdado	2014	Una propuesta de actividades de introducción a la Robótica en 3º de ESO.	propuesta sobre robot Mowayduino en tercero de la ESO
Cerrada y Bermejo	2015	Taller de Montaje y Programación de Micro-Robots Basados en Arduino.	Construcción de pequeños robots usando Arduino
Herías et al	2015	Experiencias sobre el uso de la plataforma Arduino en prácticas de Automatización y Robótica.	Prácticas de automática y robótica para alumnos universitarios usando la plataforma Arduino.
Mora	2015	Diseño y montaje de brazo robótico móvil: Diseño electrónico para el control de motores basado en Arduino	Puesta en marcha de un brazo robótico y simulación del mismo.
Sichaca y Margarita	2015	A4C "Arduino For Childs" Una Alternativa Que Hace Uso De La Robótica Para El Desarrollo De Competencias Descriptivas.	Propuesta práctica de robótica para alumnos de primaria

Figura 2. Trabajos de investigación sobre Robótica educativa.

En ninguno de los trabajos se plantean cuáles son las ideas previas del alumnado en cuanto a la robótica, sino directamente entran en la elaboración de actividades y propuestas didácticas.

ESCENARIO DE LA INVESTIGACIÓN

Para la realización del presente trabajo de investigación se ha elaborado un cuestionario a modo de pretest con el fin de conocer cuáles eran los conocimientos e ideas previas de los alumnos. Se pasó en el curso 2013/2014. El ítem presentado fue qué es para tí un robot.

El grupo con la que se ha trabajado ha sido de 42 alumnos de 3º de ESO repartidos en dos aulas distintas, una bilingüe y la otra no lo era. El IES donde se ha llevado la investigación es un centro de la zona periférica de la ciudad de Cartagena en Murcia.

El alumnado tiene una procedencia muy heterogénea, al venir de ámbitos urbanos, rurales y residenciales. Dicha variedad puede que influya en el carácter abierto y tolerante que manifiestan los estudiantes, al tiempo que facilita el buen clima de convivencia que se vive en la mayor parte de las aulas.

Su motivación hacia el estudio en un porcentaje importante en los primeros cursos de la ESO era bastante escasa, y un pequeño porcentaje decía venir obligado al Instituto; sólo a partir de 4º de ESO, en Bachillerato y en los Ciclos Formativos parecen tener las cosas más claras en cuanto a sus estudios y a su futura profesión.

A continuación se muestran los resultados académicos de los alumnos en las asignaturas de ciencias previas a la investigación:

1ª evaluación

- Matemáticas: La media fue 5,8 y la desviación típica: 2,02
- Física y Química: La media fue 5,9 y la desviación típica: 2,19
- Biología: La media fue 6,4 y la desviación típica: 1,69
- Tecnología: La media fue 7,4 y la desviación típica: 1,65

La media total de todos los alumnos en este trimestre fue 6,4 con una desviación típica de 1,67.

2ª evaluación

- Matemáticas: La media fue 4,7 y la desviación típica: 1,98
- Física y Química: La media fue 6,0 y la desviación típica: 2,16
- Biología: La media fue 6,1 y la desviación típica: 1,89
- Tecnología: La media fue 7,0 y la desviación típica: 1,83

La media total de todos los alumnos en este trimestre fue 6,0 con una desviación típica de 1,7.

Como se aprecia el nivel es aceptable en cuanto a los conocimientos de matemáticas, ciencias, física y química y tecnología. Se aprecia una disminución de los resultados en el segundo trimestre de una manera significativa en el área de matemáticas y menos significativa en el resto de asignaturas.

RESULTADOS

Criterios de corrección

Según la RAE, robot se define como: “Máquina o ingenio electrónico programable, capaz de manipular objetos y realizar operaciones antes reservadas solo a las personas” Para nuestra investigación tomaremos una definición recogida por Maza et al (2013): “Un robot es una máquina con componentes electrónicos y mecánicos, dotado de elementos para percibir su entorno y diseñado para actuar en el mismo con una determinada capacidad de decisión”.

Esta definición la podríamos estructurar en tres sub-partes para entender mejor concepto subyacente en el alumnado sobre los robots:

1. Entrada de datos.
2. Procesa información automáticamente.

3. Realiza una actividad.

Respuestas adecuadas

No hay ningún alumno que haya reconocido las tres partes de la pregunta. Si analizamos por subrespuestas dadas encontramos que:

La primera subrespuesta “Entrada de datos”, vemos como tan solo el alumno A6 es capaz de reconocer esta solución: “Máquina automatizada que cumple lo que ordenas”

La segunda parte de la solución “procesa información automáticamente” es reconocida por 13 alumnos: A5, A6, A16, A19, A23, A25, B5, B8, B9, B11, B12, B13 y B14 (32%).

Las respuestas más frecuentes fueron:

- “funciona de manera automática y hace cosas” dada por 4 alumnos (A19, B9, B13 y B14)
- “máquina que se mueve por si sola con un programa” dada por 4 alumnos (A25, B8, B11 y B12)
- “puede pensar y hacer cosas por sí solo” dada por 2 alumnos (A23 y B5)

En total se contabilizaron 6 distintas respuestas.

Mientras que en la tercera parte de la solución referente a “realiza actividad” es la que mayor número de alumnos ha sido capaz de identificarla, un total de 30 encontramos las siguientes respuestas:

- “funciona de manera automática y hace cosas” dada por 4 alumnos (A19, B9, B13 y B14)
- “máquina que se mueve por si sola con un programa” dada por 4 alumnos (A25, B8, B11 y B12)
- “realiza una función determinada” dada por 4 alumnos (A4, A7, A11 y A14)
- “sistema que puedes programar para que haga cosas determinadas” respondida por 4 alumnos (A15, A26, B1 y B6)
- “máquina capaz de crear movimientos” dada por 2 alumno
- “objetos que programas para que hagan lo que quieran” dada por 2 alumnos y otras 10 respuestas dadas únicamente por un alumno.

En cuanto a las respuestas que incluían más de una subrespuesta, encontramos un alumno ha sido capaz de identificar las dos primeras partes de la respuesta, en el caso de las subrespuestas 2 y 3 las han reconocido 10 alumnos:

Algunos ejemplos de respuestas de los alumnos han sido:

- Funciona de manera automática y hace cosas
- Máquina que se mueve por si sola con un programa

En el caso de la combinación de soluciones 1 y 3 no ha habido ningún alumno que reconociera esas opciones.

La respuesta de 33 alumnos ha sido adecuada en al menos una de las partes de la contestación.

Respuestas no adecuadas

Tan solo encontramos 8 alumnos que han dado una respuesta no adecuada a la pregunta. Veamos a continuación cuales han sido las respuestas de estos alumnos:

- “Te facilita la vida diaria” dada por A13 y B2.
- “Algo mecanizado” por B7.
- “Máquina que tiene vida propia” dada por A27.
- “No lo sé” según A3.

- “Mecanismo muy complicado” respondida por A22.
- “Puede servir para diversas cosas” dada por A9.
- “Tecnología con alto grado de precisión” según A1.

A continuación se muestra un resumen con los resultados de la PP1

- Ninguna respuesta adecuada: 8 alumnos (20%)
- Subrespuesta 1 adecuada: 1 alumno (2%)
- Subrespuesta 2 adecuada: 13 alumnos (32%)
- Subrespuesta 3 adecuada: 30 alumnos (73%)
- Subrespuestas 1 y 2 adecuadas: 1 alumno (2%)
- Subrespuestas 1 y 3 adecuadas: 0 alumnos (0%)
- Subrespuestas 2 y 3 adecuadas: 10 alumnos (24%)
- Subrespuestas 1, 2 y 3 adecuadas: 0 alumnos (0%)

CONCLUSIÓN

Estudiando las respuestas no adecuadas de los alumnos, vemos como hay disparidad en las mismas. Parece como si el alumno viera a los automatismos y robot como una caja negra con cosas que hacen alguna acción. Respuestas como: “Máquina que tiene vida propia” o “puede servir para diversas cosas” avalan este planteamiento.

En general, los alumnos parecen tener cierta idea de lo que es un robot, aunque sólo son capaces de reconocer una de las tres partes de la respuesta, la que realiza una actividad.

A partir de este estudio hemos visto la estructuración que unos alumnos de 3º de ESO han realizado sobre el concepto de robótica. Podemos destacar que sus percepciones están ligadas al componente físico o hardware del mismo, obviando las estructuras lógicas que posee y que hacen que pueda funcionar.

Existe, por tanto, para el alumnado una relación de causalidad entre los robots o automatismos y los efectos que estos generan sin llegar a más nivel de abstracción.

Los datos obtenidos nos dan pistas sobre la estrategia de enseñanza a utilizar para el aprendizaje de la robótica. Habrá que profundizar en la parte lógica y de adquisición de datos de los robots, ya que es una parte desconocida para la gran mayoría del alumnado.

BIBLIOGRAFÍA

CARM (2007). Decreto 291/2007, de 14 de Septiembre, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (BORM de 24 de Septiembre de 2.007).

Cerrada, J. A., & Bermejo, J. I. (2015). Taller de Montaje y Programación de MicroRobots Basados en Arduino. Último acceso el 23 de febrero de 2016, desde <http://repositoriodigital.academica.mx/jspui/handle/987654321/482046>

Diosdado, J. Á. (2014). Una propuesta de actividades de introducción a la Robótica en 3º de ESO. Último acceso el 23 de febrero de 2016, desde <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/8001>

Herías, F. C., Gómez, G. G., Baeza, J. P., Bravo, C. J., Rodríguez, A. D., Agulló, C. M., ... & Alepuz, J. P. (2015). Experiencias sobre el uso de la plataforma Arduino en prácticas de Automatización y Robótica. En *XIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: Nuevas estrategias organizativas y metodológicas en la formación universitaria para responder a la necesidad de adaptación y cambio* (pp. 84-

101). Universidad de Alicante. Último acceso el 23 de febrero de 2016, desde <http://hdl.handle.net/10045/48815>

Maza, R. D., Méndez, E. A., & Mamaní, G. (2011). Taller de robótica en la escuela. En *I Jornadas Nacionales de TIC e Innovación en el Aula*. Último acceso el 23 de febrero de 2016, desde <http://hdl.handle.net/10915/26541>

Mc Millan, J. & Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa*. Madrid: Pearson Education.

MEC (2007). Real Decreto 1631/2006 de 29 de diciembre por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria (BOE 5 de enero de 2007).

Morales, A., & Quiroga, D. (2013). Robótica Escolar basada en E-WASTE. . Último acceso el 23 de febrero de 2016, desde <http://www.natalnet.br/lars2013/WRE/118613.pdf>

Rebollo, G. O. (2012). ROBÓTICA COMO ASIGNATURA EN ENSEÑANZA SECUNDARIA. RESULTADOS DE UNA EXPERIENCIA EDUCATIVA. *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, 5(10), 56-64.

Rubio, M. Á., Mañoso, C., Romero, R., & Ángel, P. (2014). Uso de las plataformas LEGO y Arduino en la enseñanza de la programación. *Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (20es: 2014: Oviedo)*.

Tomás, J. (2015). Diseño y montaje de brazo robótico móvil: Diseño electrónico para el control de motores basado en Arduino. Último acceso el 23 de febrero de 2016, desde <http://hdl.handle.net/10251/49797>

Bravo Sánchez, F. A. y Forero Guzmán, A. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 13 (2), 120-136. Último acceso el 23 de febrero de 2016, desde http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/9002/9247

Sichaca, U., & Margarita, L. (2015). A4C “Arduino For Childs” Una Alternativa Que Hace Uso De La Robótica Para El Desarrollo De Competencias Descriptivas. Último acceso el 23 de febrero de 2016, desde <http://hdl.handle.net/123456789/3869>.

Análisis de una propuesta de formación didáctica científica en el grado de Educación Infantil

López-Luengo, M. A., Vallés, C., Gil, C.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática. (Universidad de Valladolid).

mlopez@dce.uva.es

RESUMEN

Este trabajo se centra en describir y analizar el proceso de implantación de una asignatura de formación en didáctica de las ciencias experimentales perteneciente al grado de Educación Infantil en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). La investigación fue diseñada como un estudio de casos único, intrínseco y de tipo evaluativo. Este estudio de casos aporta datos significativos para la comprensión del proceso general de puesta en marcha del EEES. El estudio permite concluir que el diseño y desarrollo de la asignatura: aumentan la motivación del alumnado para incluir la educación científica en la etapa de educación infantil; permiten la comprensión de lo que es la ciencia y aumentan el interés por la alfabetización científica; asimismo, fomentan un clima agradable y estimulante de trabajo. La metodología seguida y la evaluación llevada a cabo facilitan el desarrollo de competencias genéricas, profesionales y didáctico-disciplinares.

Palabras clave

Espacio Europeo de Educación Superior, Formación de profesorado, Educación infantil, Didáctica de las ciencias experimentales, Estudio de casos.

INTRODUCCIÓN

La profesión docente exige, no solo una dedicación constante al estudio y actualización de conocimientos sobre la materia que se imparte, sino también reflexión para la mejora de la propia práctica docente que redunde en la optimización del aprendizaje del alumnado. Cuando se trata de formar maestros la responsabilidad aumenta más, si cabe. Se asume que existe una fuerte correlación entre la calidad de la educación infantil, la cualificación del profesorado y las prácticas de enseñanza aprendizaje que este desarrolla (Garbett, 2003).

Los docentes son los verdaderos agentes de cambio curricular en general y en particular en la enseñanza de las ciencias, como se ha señalado en repetidas ocasiones, entre las más recientes el informe ENCIENDE (Confederación de sociedades científicas de España COSCE, 2011) y el informe Eurydice (2011). Sin embargo, los trabajos que informen sobre lo que realmente se hace en la universidad para formar docentes son escasísimos. Esta es posiblemente una de las causas de la disparidad en las finalidades, contenidos y estrategias empleadas por el profesorado corresponsable de la formación inicial señalada tanto por Benarroch y Cobo (2004) como por Marín y Soto (2011). Por ello consideramos pertinente un trabajo como este que supone una autoevaluación de la labor realizada por

docentes universitarios además de una pequeña contribución a la reflexión general sobre la utilidad de la formación inicial para el ámbito profesional -en este caso la educación científica en la etapa de educación infantil-.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los objetivos de esta investigación surgen de las preguntas que las docentes se plantean en torno a la utilidad de los aprendizajes en la asignatura y de los materiales para su desarrollo. Estas preguntas iniciales de acuerdo con Stake (1998), ayudan a centrar los problemas y posibles conflictos que puedan surgir en la investigación, al mismo tiempo organizan la toma de datos y facilitan el establecimiento de categorías de análisis. De los cuatro objetivos de investigación planteados expondremos aquí el proceso y los resultados obtenidos respecto a los dos siguientes:

- 1.- Comprobar si las y los estudiantes de magisterio están motivados para realizar un trabajo global que incluya la educación científica en la etapa de educación infantil.
- 2.- Evaluar el diseño de la asignatura y analizar el grado de cumplimiento de los objetivos establecidos.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: DISEÑO, ESTRATEGIAS E INSTRUMENTOS EMPLEADOS

Esta investigación puede considerarse un trabajo de tipo interpretativo-naturalista. Se diseñó como un estudio de casos único, intrínseco y de tipo evaluativo (Simons, 2011; Stake, 1998; Yin, 2009). En todo el proceso de investigación se siguieron los criterios de validez propuestos por Guba (1983) -credibilidad, transferibilidad, dependencia y confirmabilidad - y los nuevos estándares de calidad enunciados por Denzin y Lincon (2012). El papel primordial desempeñado por el profesorado y el alumnado participantes aproximaron este estudio de casos a la investigación-acción (Elliott, 1990; McKernan, 2008) y a la metodología comunicativa crítica (Gómez, Siles y Tejedor, 2012; Gómez, Latorre, Sánchez y Flecha, 2006).

La toma de datos se realizó durante dos cuatrimestres correspondientes a dos cursos académicos distintos (octubre 2011-enero 2012 y febrero-mayo 2013). Las estrategias e instrumentos empleadas para la obtención de datos consistieron en: observación, diario docente, cuestionarios abiertos, entrevistas semiestructuradas grupales e individuales, análisis de documentos -memoria del grado, actas de reuniones, materiales curriculares, documentos elaborados por el alumnado, exámenes, etc.- y escalas de valoración, que no son incompatibles con el estudio de casos (Yin, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos y su análisis aportan información muy valiosa tanto en relación a los objetivos de la investigación como sobre la utilidad y efectos de la investigación en ámbitos más amplios: investigación educativa en sobre formación del profesorado, investigación en didáctica de las ciencias y proceso de implantación del EEES.

Contexto espacio-temporal del estudio de casos

La guía docente de la asignatura fue diseñada por profesorado de la misma universidad pero que impartía la asignatura en tres campus diferentes. La docencia se desarrolló el primer curso de forma coordinada y colaborativa, con algunas diferencias debidas a cuestiones contextuales específicas de los diferentes centros. Sin embargo, el alto número de profesorado asociado en el equipo inicial, y los recortes sufridos por la Universidad

debidos a la crisis, supusieron la desaparición del equipo y, consecuentemente, la coordinación y la colaboración inter-campus.

Protagonistas del estudio de casos

El equipo docente inicial estaba compuesto en su totalidad por mujeres de las cuales la mitad tenía amplia experiencia en formación de maestras y maestros de educación infantil. Eran conscientes, por tanto, del tipo de alumnado al que se dirigía la asignatura.

El alumnado, altamente vocacional y del sexo femenino, en su mayoría no se sentía atraído por las ciencias o las tenían miedo:

A mí me daba miedo por lo que hemos estado hablando antes, de decir, es que no tengo casi ni idea. Me daba miedo. (A2, entrevista G2)

El alto número de estudiantes procedentes de localidades alejadas de aquella donde estaban estudiando favorecía la realización de actividades de descubrimiento del entorno como situaciones de aprendizaje altamente motivadoras:

Objetivos de la asignatura

En la guía docente quedaron enunciados 9 objetivos de manera explícita. En 7 de los cuales los verbos empleados orientan a la acción y proporcionan expectativas claras de lo que el alumnado debe saber y ser capaz de hacer tras el periodo formativo, 5 están centrados en procesos en lugar de en conceptos..

De igual forma, la guía docente recogía las competencias profesionales a las que la asignatura trataba de contribuir y que resultaban en objetivos didácticos no explícitos como el cambio afectivo-emocional respecto de la ciencia y su aprendizaje, competencia científica y habilidades básicas, capacidad de reflexión, compromiso personal con el aprendizaje, disfrute, superación de miedos, etc.

Alcance de los objetivos de la asignatura

Los objetivos establecidos en la guía docente se lograron en un grado satisfactorio pero desigual; se alcanzaron en mayor grado aquellos tres relacionados más directamente con el desempeño profesional y que, por tanto, contaban con motivación intrínseca:

Creemos que hemos conseguido todos los objetivos que nos habíamos propuesto al principio de la asignatura, como conocer la relevancia de la ciencia en el currículo de Educación Infantil o también lograr una competencia sobre dicho conocimiento o unas inquietudes y motivaciones por llevar estos conocimientos como docentes mediante aplicaciones prácticas y lúdicas al aula. (Introducción incluida en la carpeta colaborativa, curso 2012-13)

Mientras que la consecución del número 5 –aplicación de conceptos científicos al contexto de la vida diaria, natural y tecnológica- resultó más difícil de abordar y de alcanzar.

Estructura y contenidos de la asignatura

Durante los dos cursos en los que se realizó el estudio de casos la asignatura estuvo estructurada en 3 bloques (Tabla 1). El primer curso éstos se abordaron de manera secuencial, al curso siguiente, en el campus donde continuó el estudio, se decidió un abordaje “en paralelo”, concediéndose una mayor importancia al tercer bloque desde el inicio del curso.

La estructura y contenidos planteados respondieron a la necesidad de que el alumnado superase la sensación de falta de cualificación respecto de las ciencias y de su aprendizaje

y de este modo evitar la ansiedad que repercute negativamente en la autoeficacia como docentes (Garbett, 2003; Mellado, Ruiz y Blanco, 1997). Además se tuvo en cuenta en el diseño de la asignatura que el profesorado de educación infantil debe poseer curiosidad por la cultura (Carbonell, 2007) y puesto que estamos integrados en una cultura tecnocientífica, la alfabetización científica de este profesorado es imprescindible, o dicho de otro modo, debe dominar la competencia científica. Así mismo este profesorado, como el de cualquier otra etapa, demuestra tener cultura pedagógica si posee una visión global que trasciende la etapa en la que ejerce su profesión. Para avanzar como docentes y aprender junto a su alumnado y de él, resultan imprescindibles la reflexión, la innovación, la afectividad y la empatía con una edad caracterizada por la curiosidad y la inquietud hacia el conocimiento del entorno –seres vivos, herramientas, aparatos,...- y por la necesidad de tocar, manipular y percibir a través de todos su órganos sensoriales, en definitiva, por hacer ciencia.

Tabla 1. Temporalización de la asignatura por bloques temáticos. Fuente: Guía docente de la asignatura

Bloque temático	Contenidos	Carga ECTS	Duración (semanas)
Bloque I: Naturaleza de la ciencia. Relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad y sus implicaciones didácticas	Naturaleza de la Ciencia. El Conocimiento científico en la actualidad Relaciones Ciencia-Tecnología y Sociedad. Historia de la ciencia y la tecnología y su impacto en la sociedad El desarrollo sostenible y la integración curricular. Enfoques curriculares CTS	2	3
Bloque II: Análisis del currículo de educación infantil. Conocimiento teórico y práctico de las ciencias experimentales	Análisis del currículo oficial de Educación Infantil desde la Didáctica de las ciencias experimentales. Repaso a los fundamentos científicos del currículo de esta etapa.	4	7
Bloque III: Enseñanza y aprendizaje de las ciencias en educación infantil	Revisión histórica de la enseñanza de las ciencias Recursos y actividades para el aprendizaje de las ciencias en Educación Infantil Elaboración y evaluación de proyectos	3	5

Actividades realizadas

Las actividades planteadas tuvieron el foco puesto en el dominio de la competencia científica, el desarrollo del pensamiento crítico y del trabajo en equipo. Se llevaron a cabo debates y diálogos (sesiones de gran grupo y seminarios) en ocasiones apoyados sobre artículos de divulgación científica o prensa; actividades prácticas manipulativas (laboratorio); análisis de experiencias de educación científica publicadas en revistas de innovación e investigación educativa; así como salidas fuera del centro. También se

utilizó la técnica del Aprendizaje Orientado por Proyectos mediante la realización de un Proyecto de Aprendizaje Tutorado (PAT) vinculado al tercer bloque de contenidos. Como puede deducirse de los testimonios siguientes, la dinámica planteada permitió que el alumnado superara los miedos o autoconceptos erróneos respecto del aprendizaje de las ciencias. Este aspecto que concuerda con el alto porcentaje de alumnado que supera la asignatura (92,3% y 92,2 % en los respectivos cursos).

- *No me gustan las ciencias, pero según ha estado enfocada la asignatura me ha gustado, he aprendido muchas cosas ya que algunas me sonaban pero otras eran desconocidas y me he dado cuenta que soy capaz de estudiarlas.*

- *Por mi parte mi implicación ha sido bastante baja en relación a la asistencia a clase, aunque no a la hora de realizar trabajos, los cuales me han motivado mucho, especialmente el PAT.* (Ambos testimonios proceden del cuestionario abierto de final de curso)

Evaluación

Las actividades de evaluación se integraron en todo el proceso de enseñanza y aprendizaje. Se llevó a cabo evaluación continua y formativa y se utilizaron como instrumentos de evaluación los informes de prácticas, la documentación generada en el PAT y un examen individual escrito en el que se incluían preguntas relacionadas tanto con las sesiones teóricas y expositivas como con las actividades prácticas. La calificación mínima exigida en estos dos últimos instrumentos fue 5. El porcentaje de calificación de cada uno de los instrumentos se negoció con el alumnado al inicio del curso y quedó como sigue: 30 % informes de prácticas, 20 % PAT y 50 % examen.

¿El alumnado del grado de Educación Infantil se siente preparado?

Tras cursar la asignatura en general el alumnado ha desarrollado una comprensión de qué es la ciencia y del interés de la alfabetización científica, también ha aumentado su motivación ante la introducción de la ciencia en las aulas. Sin embargo, una parte del alumnado muestra su inseguridad ante la perspectiva de trabajar las ciencias en educación infantil, la figura 1 muestra la metáfora elegida por una alumna para describirse a sí misma ante dicha situación.

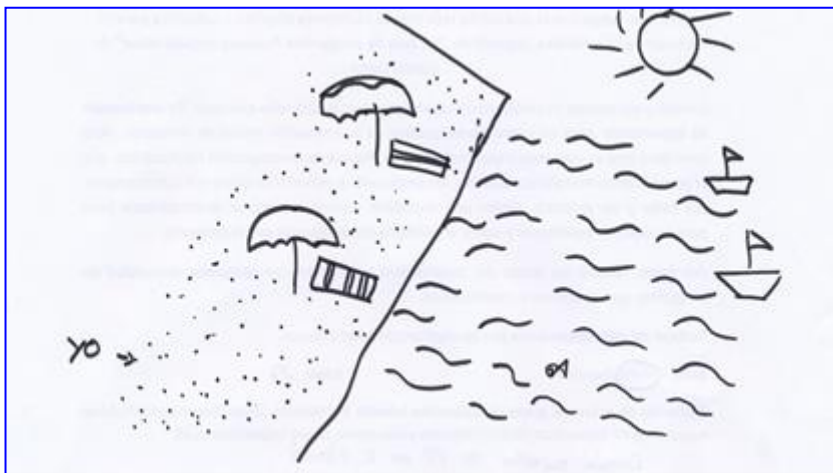


Figura 1. Metáfora personal auto-referenciada sobre la educación científica en educación infantil. Fuente: Cuestionario sobre metáforas personales

Diseño de la asignatura y motivación del alumnado

La metodología utilizada en el desarrollo de la asignatura (activa y colaborativa) permitió el desarrollo de competencias genéricas, profesionales y didáctico-disciplinares. Tras cursar la asignatura se percibió un aumento en la motivación del alumnado para realizar un trabajo global en la etapa de educación infantil que incluyese la educación científica. Los contenidos abordados favorecieron la comprensión de qué es la ciencia y el interés de la alfabetización científica. El diseño de la asignatura (actividades y agrupamientos) permitió el desarrollo de un clima agradable y estimulante. El PAT destacó como la actividad más motivadora y significativa para el alumnado. La implicación del alumnado en su propio proceso de aprendizaje se vio estimulada por el tipo de evaluación llevada a cabo (continua y formativa).

Es una asignatura que está muy bien pues eso, para fomentar el descubrir y el aprender por uno mismo. (Entrevista campus 1)

Adecuación de los materiales elaborados

Los materiales elaborados para trabajar los contenidos de la materia del grado resultaron adecuados, especialmente las presentaciones y las fichas de las sesiones prácticas.

En cuanto a teoría con los Power point estaba muy bien, y ahí tienes mucho de dónde tirar (...) y de cualquier tema podíamos haber hecho un PAT. (Entrevista alumnado)

Repercusión durante el periodo de Practicum

Puede considerarse positiva la repercusión de la asignatura durante las prácticas escolares. El primer año (2011-12) la asignatura se cursó antes del *Practicum I*, lo que permitió que alumnado incluyera en sus prácticas escolares algunas actividades realizadas como prácticas de la asignatura, en la medida en que las programaciones y los intereses de las y los tutores lo hicieron posible. Debido a que el segundo año (2012-13) la asignatura pasó a cursarse después del *Practicum I*, las sesiones teóricas y prácticas se utilizaron en buena medida para compartir, analizar y hacer propuestas sobre las experiencias individuales vividas durante el primer periodo de prácticas escolares.

Utilidad del estudio de casos

Investigación educativa

El valor de este trabajo como investigación educativa radica en que el profesorado y el alumnado no son sujetos o fuente de datos sino participantes beneficiados de la investigación. El proceso llevado a cabo supuso mejora de la práctica docente, aumentó la colaboración de profesionales tutores del *Practicum I* y *II* y facilitó la reflexión y comprensión de las experiencias educativas vividas por el alumnado.

Didáctica de las ciencias experimentales

Para el área de conocimiento este trabajo supone la aportación de una propuesta de utilidad, discutible y mejorable en el ámbito de la formación del profesorado especialista en la etapa de educación infantil. Quedan a disposición de los investigadores y formadores del área tanto la guía docente como los instrumentos utilizados en el desarrollo de la docencia: fichas de actividades, ejercicios de autoevaluación, preguntas de examen, cuestionarios abiertos de evaluación de la asignatura y escalas de valoración.

Desafíos docentes

Los resultados del análisis de los datos obtenidos plantean retos y desafíos docentes cuya resolución es necesaria. A nuestro juicio, resultan especialmente reseñables los

siguientes: necesidad de una mayor incidencia en la evaluación como parte de la tarea profesional y por lo tanto como contenidos de aprendizaje de la asignatura; necesidad de mejorar la evaluación de las competencias profesionales y transversales; disminución del número de clases magistrales; recuperación de la colaboración y la coordinación entre el profesorado de los diferentes centros de la misma universidad.

CONCLUSIONES

El estudio permite concluir que el diseño y desarrollo de la asignatura: aumentaron la motivación del alumnado para incluir la educación científica en la etapa de educación infantil; permitieron la comprensión de lo que es la ciencia y aumentaron el interés por la alfabetización científica; así mismo, fomentaron un clima agradable y estimulante de trabajo. La metodología seguida y la evaluación llevada a cabo facilitaron el desarrollo de competencias genéricas, profesionales y didáctico-disciplinares.

BIBLIOGRAFÍA

- Benarroch, A. y Cobo, P. (2004). El Programa de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural ante el Espacio Europeo de Educación Superior. En: I. Echevarría et al. (Ed.), *XXI Encuentros sobre Didáctica de las Ciencias Experimentales. La Didáctica de las Ciencias Experimentales ante las Reformas Educativas y la Convergencia Europea*. San Sebastián: Servicio de Publicaciones de la Universidad del País Vasco.
- Carbonell Sebarroja, J. (2007). La educación y la escuela ante los cambios sociales. En López Hernández, A. (coord.) *El desarrollo de competencias docentes en la formación del profesorado*. (Pp: 9-32). Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia. Secretaría General Técnica.
- Confederación de Sociedades Científicas de España (2011). *Informe Enciende. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*. Madrid: COSCE.
- Denzin, N.K. y Lincoln, Y.S. (Coords.) (2012). *Manual de investigación cualitativa. Vol. II. Paradigmas y perspectivas en disputa*. (Trad. Weinstabl de Iraola, V.). Barcelona: Gedisa (The Sage Handbook of Qualitative Research).
- Elliott, J. (1990). *La investigación-acción en educación*. Madrid: Morata.
- Eurydice, (2011). *La enseñanza de las ciencias en Europa: políticas nacionales, prácticas e investigación. Unidad Española de Eurydice-Redie* (Instituto de Formación del Profesorado, Investigación e Innovación Educativa -IFIIE), Ministerio de Educación
http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/thematic_studies_en.php
Disponibles en línea en:
http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/133ES.pdf Fecha de última consulta 16 de enero de 2013.

- Garbett, D. (2003). Science education in early childhood teacher education: Putting forward a case to enhance student teacher's confidence and competence. *Research in Science Education*, 33(4), 467-481.
- García Barros, S. (2008). La formación del Profesorado en Educación Infantil. En R. Jiménez (Ed.), *Ciencias para el mundo y contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 246-255). Almería: Universidad de Almería.
- Gómez, A., Siles, G. y Tejedor, M. (2012). Contribuyendo a la transformación social a través de la metodología comunicativa de investigación. *Qualitative Research in Education*, 1(1), 36-57. doi: 10.4471/QRE.2012.02
- Gómez, J., Latorre, A., Sánchez, M. y Flecha, R. (2006). *Metodología comunicativa crítica*. Barcelona: El Roure.
- Guba, E.G. (1983). Criterios de credibilidad en la investigación naturalista. En Gimeno Sacristán, J. y Pérez Gómez, A. (Eds.). *La enseñanza: su teoría y su práctica* (pp. 148-165). Madrid: Akal.
- Marín, N. y Soto, C. (2011). Consensus among experts on the state of the art of Science Education research. *Journal of Science Education*, 1(12), 8-10.
- McKernan, J. (2008). *Curriculum and imagination. Process theory, pedagogy and action research*. Nueva York: Routledge.
- Mellado, V., Ruiz, C. y Blanco, L. J. (1997). Aprender a enseñar ciencias experimentales en la formación inicial de maestros. *Bordón*, 49(3), 275-288.
- Sanmartí, N. (2002). Un reto: mejorar la enseñanza de las ciencias. En Catalá, M.; Cubero, R.; Díaz de Bustamante, J.; Feu, M.T.; García de la Torre, E.; García Díaz, J.E.; ... Zabala, A. *Las ciencias en la escuela. Teorías y prácticas* (pp. 13-25). Barcelona: Graó y Laboratorio Educativo.
- Simons, H. (2011). *El estudio de caso: Teoría y práctica* (Trad. R. Filella Escolà). Madrid: Morata.
- Stake, R.E. (1998). *Investigación con estudio de casos* (Trad. R. Filella Escolà). Madrid: Morata.
- Yin, R.K. (2009). *Case study research: Design and methods*. (4th ed.). Thousand Oaks (CA): SAGE.

Ideas del alumnado de educación primaria sobre la energía de las máquinas

Molina, N., Martínez, G., Naranjo, F. L.

Universidad de Extremadura. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas.

naranjo@unex.es.

RESUMEN

En este trabajo se analizan las ideas de 37 alumnos de tercer ciclo de Educación Primaria sobre las máquinas y la energía. Para mejorar el aprendizaje de los alumnos con respecto al tema elegido, se ha implementado en el aula una intervención didáctica basada en utilización de diferentes recursos didácticos como maquetas y mapas conceptuales. Se han diseñado dos instrumentos de evaluación: un pre-test para conocer las ideas del alumnado acerca del tema propuesto, y un pos-test aplicado después de realizar con los alumnos una intervención didáctica. Se construyeron maquetas de coches con materiales reciclables para mejorar el aprendizaje de los alumnos con respecto a la energía necesaria para ponerlos en movimiento. El análisis de los resultados obtenidos ha revelado que los alumnos de tercer ciclo tienen ciertas ideas previas erróneas sobre los tipos de energías que utilizan las máquinas para funcionar, así como sus tipos y clasificación.

Palabras clave

Máquinas, energía, ideas previas, educación primaria, ciencias

INTRODUCCIÓN

En la enseñanza de las ciencias en la educación primaria es necesario trabajar con el alumnado sobre bloques de contenidos que susciten su interés, les resulten atractivos y que vean cercanos a su entorno y aplicables en su vida cotidiana. Por este motivo, se ha seleccionado para esta investigación el tema de las máquinas y la energía que necesitan las mismas para su funcionamiento. Continuamente en nuestra vida diaria estamos utilizando energía, así como diferentes máquinas que a menudo pasan desapercibidas por el alumnado debido a su cotidianeidad. Sin embargo, la mayoría del alumnado de tercer ciclo sólo reconoce en su día a día la energía eléctrica, siendo incapaces de relacionar las actividades cotidianas con otros tipos de energía. Los alumnos continuamente se preguntan por sucesos que ocurren a su alrededor y van construyendo sus propias respuestas en función de la naturaleza de dichos sucesos (Cubides, 2007). Es lo que ocurre por ejemplo, con el término de energía. Este concepto, se puede explicar desde diferentes perspectivas, por lo que hay que planificar bien la explicación de los contenidos y el tratamiento que se va a hacer de los mismos para ayudar a su comprensión. Es importante que como docentes tengamos claro cuál es nuestro papel dentro del proceso de enseñanza/aprendizaje, y dispongamos de todos los recursos posibles para que dicho proceso se desarrolle de la forma más óptima posible y siempre atendiendo a la diversidad del alumnado.

Hernández (1992, 1995) ha puesto de manifiesto la importancia de trabajar el tema de la energía abordándolo desde una triple perspectiva: científica, tecnológica y social. Este

autor, ha tratado de indagar sobre la problemática de su enseñanza y las dificultades de su aprendizaje por parte de los alumnos. Desde los últimos programas oficiales de la educación primaria, se pone de manifiesto que el tema de las fuentes de energía debe abordarse en dicha etapa educativa (De Pro, 2014). Por ello, dada la importancia de este tema, nos proponemos trabajar las ideas previas del alumnado sobre las energías, su clasificación y transformación desde el bloque de contenidos de las máquinas. Este tema se trabaja actualmente en los colegios a través de la materia de Ciencias Naturales, atendiendo a la reforma implantada por la LOMCE (Ley Orgánica 8/2013 de 9 de diciembre para la mejora de la calidad educativa). En la Tabla 1 se muestran los bloques de contenido para Tercer Ciclo de Educación Primaria, en relación al tema objeto de este estudio.

BLOQUE DE CONTENIDO	TERCER CICLO
BLOQUE 4: MATERIA Y ENERGÍA	5. Concepto de energía. Diferentes formas de energía. Fuentes de energía y materias primas: su origen. 6. Energías renovables y no renovables. La luz como fuente de energía. Electricidad: la corriente eléctrica. Circuitos eléctricos. Magnetismo: el magnetismo terrestre. El imán: la brújula. 10. Fuentes de energías renovables y no renovables. El desarrollo energético, sostenible y equitativo.
BLOQUE 5: LA TECNOLOGÍA, OBJETOS Y MÁQUINAS	1. Máquinas y aparatos. Tipos de máquinas en la vida cotidiana y su utilidad. 2. Construcción de estructuras sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema a partir de piezas moduladas. 3. La electricidad en el desarrollo de las máquinas. 4. Elementos de los circuitos eléctricos. Efectos de la electricidad.

Tabla 1 Contenidos del Bloque 4 y 5 del área de Ciencias de la Naturaleza en Educación Primaria (Decreto 103/2014 de 10 de junio de Educación Primaria)

Los trabajos prácticos para el aprendizaje de las ciencias

Diversas investigaciones señalan la importancia de la realización de trabajos prácticos para el aprendizaje de las disciplinas científicas (Barberá y Valdés, 1996; Martí, 2012; Seré, 2002; Informe ENCIENDE, 2011). En esta línea, en el tema en el que nos centramos, debemos resaltar la importancia de llevar a cabo actividades prácticas con nuestros alumnos para que tomen conciencia de la importancia de la energía en sus diferentes usos. De este modo, se divierten manipulando materiales o realizando diversas actividades lúdicas relacionadas con el tema, a la vez que están aprendiendo los contenidos educativos implicados en dichos materiales. Igualmente es importante, para que su realización sea lo más exitosa posible, tener bien planificado los recursos educativos y el momento y modo en el que se van a trabajar por parte del profesorado. El tema de la energía puede ser tratado desde diferentes perspectivas. En esta investigación lo estamos centrando en su relación con las máquinas, pero también existen diversos materiales que lo trabajan desde otras ópticas muy interesantes. Podemos resaltar, por ejemplo, los cuadernillos de *Energías Renovables para Educación Primaria* de *Gestiona Global*, el *Manual para alumnos de Primaria, Actividades para jornadas de ahorro en los colegios*, los *Cuestionarios para Primaria U4Energy* financiados por la UE o *La Energía en Educación Primaria* de *MTR Laguna*, en el que se diseñan diferentes actividades para trabajar la energía con el alumnado a partir de la construcción de materiales como un barco de propulsión o un molino de agua entre otros. Teniendo en cuenta estos planteamientos, los profesores tenemos que ser capaces de crear materiales didácticos que se adapten a las necesidades específicas que se nos presentan en el proceso de enseñanza/aprendizaje de las ciencias en el aula de primaria, con el objetivo de mejorar

la competencia científica en nuestros alumnos (Martínez et al. 20014a). Consideramos fundamental reflexionar sobre el tipo de material didáctico que vamos a emplear en nuestra práctica docente, y el escenario idóneo para desarrollar el conocimiento científico en función de nuestros alumnos, de la etapa escolar a la que nos dirijamos, y de los contenidos y objetivos que nos propongamos. En este sentido, se han desarrollado diferentes experiencias (Martínez et al., 2014b; 2014c). Desde nuestro trabajo de investigación proponemos al alumnado durante el desarrollo de una sesión práctica la construcción de un coche a partir de materiales reciclables. Adicionalmente, se procederá con el análisis del funcionamiento de otro coche construido con madera y que se mueve gracias a la transformación de la energía potencial en energía cinética. De manera que pretendemos que gracias al manejo y manipulación de estos materiales los alumnos puedan comprender e interiorizar mejor el concepto de la transformación de la energía en otros tipos, y la variedad de formas de energía que existen.

METODOLOGÍA

Objetivos

El objetivo principal de nuestra investigación es conocer si el alumnado de tercer ciclo de Educación Primaria, mantiene en el tiempo ciertas ideas erróneas sobre la energía y sus usos, a pesar de haber recibido una instrucción formal sobre dichos contenidos, y posteriormente plantear una actividad didáctica para combatir dichas ideas previas. Por otro lado, el tema elegido tiene diferentes concepciones, según el análisis que se haga de dicho concepto. Así, por ejemplo, la bibliografía consultada hace referencia al concepto de energía como una magnitud física que se presenta bajo diversas formas, está involucrada en todos los procesos de cambio de estado, y además se puede transformar, conservar o transmitir (Michinel, 1994). Sin embargo, si atendemos a su significado físico clásico en la mayoría de los libros de texto aparece la definición de energía como la capacidad para realizar un trabajo o producir un trabajo, y por consiguiente se requiere transmisión de la misma y cierta pérdida o desgaste (Arias, 2006; Warren, 1982). Algunos autores como Duit (1983) indican que los alumnos presentan ciertas ideas previas erróneas sobre el concepto de energía. Así, este autor señala que la mayoría de sus estudiantes la asocian con el concepto de fuerza o con el concepto de combustible. Por otro lado, Watts (1983) resalta que otra de las principales creencias de los estudiantes es atribuir el concepto de energía sólo al concepto de movimiento.

Los objetivos específicos planteados en este trabajo han sido los siguientes:

- Objetivo 1 (O.1): Conocer qué ideas presenta el alumnado de tercer ciclo de primaria del concepto de energía y su relación con las máquinas.
- Objetivo 2 (O.2): Analizar qué tipos de energía conocen y si saben clasificarlas.
- Objetivo 3 (O.3): Diseñar e implementar una intervención didáctica para mejorar el aprendizaje del tema elegido.

Hipótesis

En base a los objetivos propuestos, se han planteado las siguientes hipótesis:

- Hipótesis 1 (H.1): El alumnado no tiene claro la diferencia conceptual y práctica entre las energías renovables y no renovables.
- Hipótesis 2 (H.2): El alumnado no sabe diferenciar en un caso práctico o en un elemento de su vida cotidiana, los diferentes tipos de energías que se puede encontrar.
- Hipótesis 3 (H.3): Los alumnos conocen los diferentes tipos de energía que puede hacer que funcione una máquina.

Diseño de la Experiencia

La muestra elegida ha estado formada por 37 alumnos de tercer ciclo de Educación Primaria (10-12 años de edad). Para llevar a cabo la investigación se propuso al alumnado participante la realización de una prueba inicial (pre-test). El objetivo de esta primera prueba era conocer sus ideas sobre las diferentes preguntas planteadas en relación a la energía que utilizan las máquinas para funcionar y la clasificación de las energías. Para su realización se tomó el tiempo necesario para que los contenidos estuvieran adaptados al nivel de la muestra. Posteriormente se llevó a cabo una intervención didáctica para explicar los contenidos relacionados con el tema objeto de estudio. Esta intervención se diseñó cuidadosamente teniendo en cuenta las ideas previas que revelaron los resultados del pre-test. Una de las actividades diseñadas consistió en la construcción de coches reciclados para que los alumnos pudieran manipularlos y ver su funcionamiento, con el objetivo de que llegasen a asimilar mejor el concepto de cambio de energía. Para la construcción del coche casero eléctrico se optó por utilizar materiales de fácil localización, en su mayoría reciclables y que no fuesen muy costosos. De esta manera, todos los alumnos que quisieran podrían construirlo en sus casas con la supervisión de un adulto. Adicionalmente se les repartió una ficha en la que se explicaba la realización de dicho coche, para que los pudieran construir fuera del centro o en sus casas. Como último punto de la intervención en el aula, se construyó otro coche de madera que funcionaba gracias a la transformación de la energía potencial en energía cinética. Posteriormente, a partir del análisis de los datos obtenidos en el pre-test, se elaboró un post-test para comprobar el grado de adquisición de contenidos en el alumnado así como para comparar si había una evolución respecto a las ideas previas encontradas en el pre-test. La Figura 1 muestra una fotografía de algunos de los coches construidos en el aula.



Figura 1. Coches construidos para la intervención didáctica

Instrumentos de medida

En la figuras 2a y 2b se muestra a modo de ejemplo algunas de las preguntas que conformaban el pre-test utilizado.

PRE-TEST

Conteste a las siguientes preguntas con total sinceridad, esto no va a repercutir en la nota de clase.

NOMBRE: _____
 EDAD: _____
 SEXO: _____

1. ¿Crees que todas las máquinas funcionan con energía? (Elige con una X)
 Sí No
 Pon un ejemplo: _____



2. De las siguientes palabras elige las que creas que están relacionadas con el concepto de energía. (Rodea con un círculo)



Pila, movimiento, alimentos, electrodomésticos, fuerza, explosivos, trabajo, futbolista.

Escribe una frase que indique la relación entre la energía y cada una de las palabras que has elegido:

3. ¿Qué tipos de energías conoces? Indica dos o tres

4. Relaciona cada energía con la máquina que la utiliza:
 Energía del viento, energía eléctrica, energía de los combustibles, energía de las personas.

5. Agrupa cada energía con su columna correspondiente:

Energía eólica, energía de la biomasa, energía nuclear, energía del petróleo, energía solar, energía mareomotriz, energía hidroeléctrica, energía del carbón, energía geotérmica, energía del gas natural.

Energías Renovables: _____

Energías No Renovables: _____

6. Todas las máquinas para funcionar necesitan... (elige una respuesta)
 a. energía b. gasolina c. electricidad.

Figura 2a. Pre-test

7. ¿Con qué energía funciona un motor eléctrico? (elige una respuesta)



a) Energía cinética del agua
 b) Energía cinética del viento
 c) La del enchufe
 d) Energía eléctrica y magnética.



8. ¿Qué son las energías renovables? Pon algún ejemplo

9. ¿Se puede transformar la energía? Explica cómo
 Sí No

10. Relaciona en cada caso el tipo de energía que se produce con la imagen correspondiente

Energía de combustión, del viento y de las olas, energía de los alimentos, energía cinética

11. Rodea con un círculo las características de las energías No renovables:

Se pueden renovar
 Contaminan
 Se pueden acabar
 Son limpias
 Generan emisiones y residuos
 No provocan dependencia del exterior

12. Elige en cada pregunta la respuesta que consideres más adecuada según tus sentimientos, sabiendo que 1= nada, 2=un poco, 3=bastante, 4=mucho y 5=demasiado

	1	2	3	4	5
¿Te pierdes algo cuando se trabaja en casa las energías?					
¿Cuánto tiempo dedicas a estudiar este tema?					
¿Estudiarías de mayor una carrera o temas como este?					
¿Te gusta este tema?					
¿Buscas en casa más información sobre el uso de las energías?					
¿Te gusta el área de Conocimiento del Medio?					

Figura 2b. Pre-test

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 muestra la puntuación media obtenida, desviación típica y error típico de la media en el pre-test y en el post-test.

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Pre-test	37	6,67	1,31	0,21
Post-test	37	7,96	1,82	0,30

Tabla 2. Estadísticos descriptivos obtenidos en pre-test y post-test de tercer ciclo de Primaria

El análisis cualitativo e individualizado de cada una de las preguntas del pre-test ha revelado que, aunque la puntuación media es aceptable, el alumnado presenta dificultades en el aprendizaje de los siguientes contenidos:

- Presentan dificultades sobre la relación del funcionamiento de las máquinas con la energía, asociando principalmente la energía eléctrica o de la pila al funcionamiento de las máquinas, y no contemplando otras opciones.
- Los alumnos no tienen claro los términos relacionados con el concepto de energía asociándola a hechos o palabras de la vida cotidiana. No encuentran asociaciones que estén referidas a otros conceptos que no sean la pila o la energía eléctrica de los electrodomésticos.
- Respecto a la clasificación de las energías en renovables y no renovables, los alumnos presentan dificultades en el aprendizaje y comprensión de dichos conceptos, confundiendo sus características y los tipos.
- Los alumnos no están familiarizados con situaciones en las que se produzca una transformación de energía y no saben dar una respuesta clara a esta pregunta sobre la posible transformación de una energía en otra.

Los resultados obtenidos son similares a los de autores anteriores que concluyen que el alumnado muestra dificultades para comprender el concepto de energía y por consiguiente para poder relacionarlo con otros conceptos con los que guarda dependencia (Varela, 1995). En la línea de estos resultados, podemos afirmar que el alumnado presenta ciertas dificultades terminológicas ante el uso de términos en el lenguaje cotidiano o por la influencia de la publicidad (De Pro, 2014). Continuamente hacemos actividades cotidianas que requieren energía, utilizando ejemplos como encender la luz, comer, actividades en el colegio etc. Sin embargo, hemos podido comprobar que a los alumnos de tercer ciclo les cuesta relacionar el concepto de energía con sus actividades cotidianas, asociando generalmente el término de energía con el de electricidad. Por tanto, teniendo esto es cuenta, creemos relevante la necesidad de llevar a cabo actividades prácticas en el aula para propiciar un cambio conceptual del alumnado. En la Tabla 3 se puede observar que existe una diferencia entre la media de las puntuaciones obtenidas antes de la intervención (6,47) frente a la encontrada después de la intervención didáctica (7,96). Esta diferencia es, por tanto, de 1,29 puntos sobre 10. Para verificar si esa diferencia es estadísticamente significativa para una significatividad del 0,05 se ha realizado el contraste de hipótesis mediante la prueba t de Student. En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos de dicha prueba. Dado que el valor de la significatividad encontrada ha sido de 0.001, es decir, menor que 0.05, podemos concluir que sí existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas pruebas. Este resultado nos permite considerar que la intervención didáctica llevada a cabo ha resultado efectiva para el aprendizaje del alumnado.

t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
-3,4	72	0,001	-1,291	0,369	-2,028	-0,555

Tabla 3. Prueba T para la igualdad de medias en el Pre-test y Post-test

CONCLUSIONES

En relación a las hipótesis formuladas, cabe resaltar que el alumnado no tiene claro la diferencia conceptual y práctica entre los tipos de energía (renovables y no renovables) ya que sigue cometiendo errores ante su clasificación, aunque tras la intervención didáctica se ha conseguido mejorar los resultados iniciales. Estos resultados han puesto de manifiesto que el alumnado de tercer ciclo de Educación Primaria no tiene adquiridos los conocimientos suficientes sobre el tema propuesto en relación al uso y clasificación de la energía relacionada con las máquinas, así como los diferentes tipos de energía que utilizan para su funcionamiento. Ante estos resultados, consideramos que era importante desarrollar una intervención didáctica como recurso educativo, que nos permitiera trabajar con el alumnado estos temas y lograr que comprendieran de manera significativa los conceptos. Tras llevar a cabo la propuesta didáctica, concluimos que el alumnado ha comprendido mejor dichos conceptos trabajados y han aprendido a manipular maquetas de coches que utilizan diferentes energías para moverse. Por lo tanto, hemos observado un avance conceptual tras la intervención didáctica respecto a los resultados obtenidos en el pre-test.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo de la Junta de Extremadura y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través de la Ayuda GR15009.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, A. G. (2006). El concepto “energía” en la enseñanza de las ciencias. *Revista de la Unión Iberoamericana de Sociedades de Física*, 1.
- Barberá, O. y Valdés, P. (1996) El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 365-379.
- Cubides, C. C. (2007). Enseñanza del concepto de energía por medio de los procesos de conservación y no conservación en mecánica. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 2(1), 27-32.
- De Pro Bueno, A., & Moreno, F. J. R. (2014). Desarrollo de la propuesta “si se necesita más energía... que no se hagan más centrales” en un aula de educación primaria. *Enseñanza de las ciencias*, 32(3), 267-284.
- Duit, R., (1983), Energy conception held by students and consequences for science teaching, *Misconceptions in Science and Mathematics*, 316-321.
- Hernández Abenza, L. M. (1992). Un marco didáctico alternativo para la enseñanza de la energía: la energía y los recursos energéticos. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 14, 47-56.
- Hernández, L. M. (1995). La enseñanza de la energía: una propuesta para la formación inicial del profesorado de Ciencias en Ed. Secundaria. *Alambique*, 4, 111-119.

Informe ENCIENDE, (2011). *Enseñanza de las Ciencias en la didáctica escolar para edades tempranas en España*. Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE), Rubes Editorial.

Martí, J. (2012). *Aprender ciencias en la Educación Primaria*. Barcelona: Grao.

Martínez Borreguero, G., Naranjo Correa, F.L., Cañada Cañada, F., Melo Niño, L. (2014a). Teaching Physics in elementary education: Design and Planning of a Workshop of Recreational Physic. Comunicación presentada en el congreso *GIREP-MPTL International Conference on Teaching/Learning Physics: Integrating Research into Practice*, Palermo, Italy.

Martínez, G.; Naranjo, F.L.; Cañada Cañada, F; Melo Niño, L. (2014b). La enseñanza de las máquinas en la educación primaria: un planteamiento didáctico para potenciar una actitud solidaria con el uso materiales reciclados. Comunicación presentada en el congreso *La Universidad Comprometida: Visiones de Universidad al servicio del bien común*. Sevilla/España

Martínez, G., Naranjo, F.L., Cañada, F., Melo. L. (2014c). La física recreativa como recurso didáctico de enseñanza y aprendizaje para los maestros en formación. Comunicación presentada en el congreso *FÍSICA 2014 – 19ª Conferência Nacional de Física e 24º Encontro Ibérico para o Ensino da Física*, Lisboa.

Michinel, J. L., & D'Alessandro Martínez, A. (1994). El concepto de energía en los libros de textos: de las concepciones previas a la propuesta de un nuevo sublenguaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 12, 369-380.

Séré, M. (2002) La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia?, *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 357-368.

Varela, P., Favieres, A., Manrique, M.J., & Pérez Landazábal, M. (1995). Investigaciones y experiencias: cómo construyen los estudiantes el concepto de energía. Una aproximación cualitativa. *Revista de Educación*, 301, 381-390.

Warren, J.W. (1982). The nature of Energy. *European Journal of Science Education*, 4, 295-297.

Watts, M., 1983. Some alternative views of energy, *Physics Education*, 18, 213-217.

¿Qué hace una profesora como tú en un sitio como este? Una serie de pautas para trabajar en centros educativos complejos

Morón-Monge, H.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla.

hmoron@us.es

RESUMEN

La experiencia que se describe, se corresponde con un centro de Educación Secundaria Obligatoria, situado en una zona periférica y marginal de Sevilla, dentro del área conocida como El Polígono Sur o también llamada *las tres mil viviendas*. En este trabajo se pretende exponer una serie de pautas de trabajo dentro y fuera del aula que permitan a los docentes de secundaria noveles de contextos educativos complejos ayudarles a afrontar el reto de la enseñanza en IES por primera vez. Además, con esta experiencia se pretende invitar a la reflexión sobre la sociedad que tenemos y la que queremos para alcanzar un mundo socialmente más justo.

Palabras clave

Educación Secundaria Obligatoria, innovación docente, contexto educativo complejo, profesor/a de secundaria novel.

CONTEXTO DE LA EXPERIENCIA

El Barrio

El Polígono Sur nace como consecuencia del Plan General de Ordenación Urbana de 1962, que quiere dar respuesta a dos fenómenos, el éxodo rural y la erradicación del chabolismo. Estas viviendas acogen a personas que provienen de zonas suburbanas de los alrededores y otras familias que desean mejorar de vivienda, adjudicadas en régimen de propiedad aplazada, así también como a la comunidad gitana del mítico barrio de Triana que desde hace más de treinta años, ha sido poco a poco desplazada hacia las afueras de Sevilla.

Los comienzos de la vida en estos barrios están marcados por una falta de política de integración ciudadana y una gran despreocupación de la Administración hasta el punto de no recaudar, durante bastantes años, el plazo mensual de adquisición progresiva de la vivienda. Sólo el espíritu reivindicativo de los vecinos ha hecho posible que se dote a la zona de los necesarios servicios educativos, sanitarios y cívicos.

En relación a la situación económica y estructura familiar, es muy difícil tener datos estadísticos de esta zona dada su complejidad y marginalidad, pero a rasgos generales podemos decir que es un núcleo de población joven, donde hay un alto número de miembros por familia, siendo la media de miembros por familia es de 4 a 5. El nivel de ocupación de la población es muy bajo, dedicados principalmente al sector servicios. Es por ello que el paro y la escasa cualificación implican necesariamente el trabajo

sumergido (vendedores ambulantes, mujeres limpiadoras en servicio doméstico, etc.). A todo ello, se le suma un escaso nivel educativo de la zona, siendo la media de analfabetos en este barrio superior a la media de Sevilla.

En resumen, la situación social descrita, la precaria situación económica de las familias y las escasas inquietudes aparentes hacia otras formas socioculturales más sostenibles, conllevan a que la población no valore la necesidad de la formación. En consecuencia, muchas familias no colaboran en la educación de sus hijos, por lo que es frecuente el abandono antes de tiempo de los procesos educativos, siendo así el absentismo muy elevado. En este sentido, dentro de las costumbres del colectivo gitano, la educación no es un tema prioritario para su comunidad. Además, se observa una cierta desigualdad educativa entre género como consecuencia de una arraigada cultura machista.

Las consecuencias de esta marginalidad social y económica (el aislamiento social, el desarraigo y el síndrome de automarginación, el fatalismo, la desconfianza, la falta de autoestima, las conductas agresivas y, sobre todo, el carácter de círculo vicioso de esta situación), se ven claramente reflejadas en el ámbito escolar a partir de las relaciones alumnado-docente.

El alumnado

El contexto social-cultural anterior, nos presenta un panorama educativo complejo. Concretamente el alumnado de Educación Secundaria Obligatoria del centro se corresponde claramente con este panorama: un alto índice de desempleo, intereses culturales limitados, etc., siendo además en su mayoría el alumnado de etnia gitana. Las características del barrio y las familias, determinan un perfil del alumnado en el centro con importantes carencias y dificultades:

- El nivel de formación de las familias y por tanto las aspiraciones educativas puestas en sus hijos e hijas es bastante bajo.
- Baja autoestima del alumnado, escasas aspiraciones personales y poca autonomía en lo académico.
- Alto nivel de absentismo.
- Importantes desfases curriculares incluso en niveles no obligatorios.
- Escasa empatía y capacidad de organización para el trabajo en equipo, picardía y desconfianza.
- Alto nivel de disruptividad, poco autocontrol y actitudes desafiantes ante las normas.
- Machismo, xenofobia y agresividad.
- Hábitos alimenticios y de vida poco saludables (abuso de bebidas excitantes, alimentos hipercalóricos, drogas, falta de horas de sueño, carencias básicas de higiene, etc.).

Junto a estas dificultades el alumnado de las etapas obligatorias también presenta otras características más positivas para su desarrollo educativo:

- Grandes habilidades y destrezas en campos diversos, a veces alejados de lo académico (musical, creativa, manual, resolutiva)
- Un importante número de alumnos y alumnas con deseos de superarse y mejorar sus condiciones de vida.

Dentro de esta realidad global, el alumnado de Bachillerato se presenta heterogéneo, con distintas procedencias y aspiraciones. Presentan dificultades en la comprensión y expresión, en el uso adecuado de un vocabulario científico y en la capacidad de elaborar sus propios resúmenes y esquemas (extraer información relevante) a partir de textos, apuntes y experiencias. Además tienen carencias en el trabajo autónomo y la memorización y organización a largo plazo, que les serán muy necesarias para abordar con éxito la selectividad o el acceso a módulos de formación profesional.

La docente

Como docente del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Facultad de Educación de la Universidad de Sevilla, mi experiencia profesional en el campo de la secundaria obligatoria se limitaba a las prácticas del antiguo curso de formación para docentes, el conocido CAP, y otras experiencias con adolescentes desde la educación no formal relacionados con el tiempo libre y la educación ambiental. Es por tanto ésta la primera experiencia docente en el campo de la secundaria que se me presentaba. Una experiencia docente desde un contexto educativo complejo, clasificada como “*puestos docentes de difícil desempeño*”.

Desde nuestra área, la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE), en los cursos del Máster Universitario en Profesorado en Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas (MAES) intentamos promover entre nuestro alumnado una metodología innovadora para que ellos, como futuros profesores de secundaria, trabajen a partir de los principios didácticos del constructivismo. Particularmente, dentro del curso “*Innovación Docente e Iniciación a la Investigación en Biología & Geología*” pretendemos inculcar una metodología por indagación o investigación escolar, de tal manera que se valore la importancia de las ideas previas, intereses e inquietudes de los estudiantes de secundaria dentro de los procesos de E-A. Para ello, insistimos también en la importancia del trabajo cooperativo y del juego como técnicas que favorecen la experimentación en el aula. Desde esta perspectiva metodológica, se pretende que los conocimientos sirvan para la resolución de problemáticas socio-ambientales o científico tecnológicas del día a día del alumnado. Consideramos que desde esta perspectiva se trabaja por competencias educativas, ya que se parte de problemas reales contextualizados para el alumnado desde una visión interdisciplinar y holística de las ciencias, promoviendo una visión de las ciencias más social y humana (Morón, 2015). En este sentido, tal y como señala De Pro (2012:83): “*la enseñanza contextualizada de la ciencia da sentido al conocimiento, lo hace más transferible y ayuda a mostrar su utilidad para dar respuesta a cuestiones relacionadas con la vida cotidiana*”.

Por tanto, esta perspectiva didáctica de la enseñanza de la Biología & Geología era la que me disponía a llevar a la práctica en este contexto educativo, y... ¿Cuál fue mi sorpresa?

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA DOCENTE

Tras mi primer mes en el centro de secundaria, intentando trabajar con los principios didácticos y metodológicos descritos para 2º y 3º de la ESO, tuve que re-formular la estrategia didáctica, hacia otra “menos innovadora” (desde nuestra perspectiva de la DCE) y más flexible y abierta al contexto educativo que nos encontrábamos.

La primera semana de curso y puesta a prueba de la metodología innovadora en el centro, ya me sirvió para calibrar en qué medida dicha metodología no era la más adecuada. Nos encontramos en el aula con adolescentes que no desean estar en el centro, se salen de las aulas a su antojo, se cuelan en otras aulas que no les corresponden, juegan con el móvil

cuando y donde quieren, no se sientan en las sillas, se suben por las mesas, golpean las puertas y el mobiliario con violencia de forma habitual y por supuesto las ciencias no es un tema que les interese o conecte con sus inquietudes o necesidades reales, en primera instancia. Además, a todo ello se le suman otros obstáculos como es la falta de material o recursos educativos mínimos. Por ejemplo, el alumnado no suele llevar material escolar básico como cuadernos o bolis, a pesar de que incluso el mismo centro se los proporcione, ya que los alumnos los pierden, los tiran o simplemente se les olvida traer. Otro tipo de recursos y materiales didácticos como los ordenadores, pizarras digitales, cañón o proyector, son recursos que no están disponibles en todas las aulas y si lo están, gran parte de las veces no funcionan porque estos son antiguos o simplemente el alumnado los ha ido estropeando haciendo un uso indebido. Asimismo, los laboratorios de Química y Biología tampoco se encuentran en las mejores condiciones para realizar experiencias prácticas y menos aún, adaptadas al contexto educativo en el que se sitúan.

Por otro lado, otro factor clave para poder desarrollar unas competencias educativas básicas, es la asistencia regular a las clases. Nos encontramos con alumnos que no siguen las clases de forma regular durante la jornada (llegan tarde, discuten y juegan durante las sesiones, y a veces incluso se escapan antes de que termine la clase), asisten al centro educativo cuando les parece o simplemente no asisten. Trabajar con alumnos, que se van turnando entre sesión y sesión, hace prácticamente imposible que se pueda trabajar por competencias, pues las sesiones quedan inconexas unas con otras, incluso tan apenas que en una jornada se alcance algún objetivo didáctico, cuando la atención del alumno es muy limitada.

Teniendo presente esta realidad con la que me encontraba, en la que los alumnos no saben trabajar en grupo, no tienen autonomía, presentan comportamientos disruptivos y violentos, no siguen ninguna norma de comportamiento en clase, abunda el absentismo y no traen ni siquiera el material escolar mínimo: ¿cómo trabajar desde una metodología innovadora? O simplemente ¿Cómo dar clase?

ESTRATEGIAS DOCENTES ADOPTADAS

Como resultado de mi experiencia docente en este ambiente, enumero una serie de pautas de trabajo en el aula que me han permitido en cierta medida, poco a poco ir desarrollando una clase con cierta normalidad. Unas pautas que en un principio pueden chocar desde los principios didácticos constructivistas que intentamos trabajar, pero que sin duda han resultado ser bastante útiles, por no decir necesarias:

- Principio 1 “*a veces menos es más*”: en primer lugar tenemos que dedicar todo el tiempo que haga falta a que conectemos con el/la alumno/a y nos acepte dentro de su “clan”. No vamos a poder desarrollar ninguna propuesta didáctica, si el alumnado no quiere, por tanto, hay que intentar establecer vínculos afectivos con él. Sin embargo, estos vínculos tienen que ir acompañados de “autoridad”, y esto significa puesta de normas. Para poder dar clases tenemos que crear un ambiente adecuado y para ello, es necesario que la clase pase a ser una clase, acostumbrarlo a que llegue puntual a clase, no grite, traiga un material mínimo de trabajo (cuadernos y bolis principalmente), no ensucie ni destruya el mobiliario, y que respete a los compañeros y al profesor.
- Principio 2 “*más autoridad por favor*”: este principio relacionado con el anterior hace referencia a la importancia de mostrar al alumno que el profesor tiene autoridad en el aula. Esto puede sonar chocante, pero si el profesor no toma el rol de tener el control de la clase, la clase no solo pasa a ser un completo caos, sino

que además puede llegar a ser incluso un riesgo para la integridad física del docente y el bienestar del mobiliario. Este principio, es el más duro para cualquier profesor ya que implica mucho desgaste energético tomar este papel, pero incluso el mismo alumnado demanda que el docente tome autoridad en el aula, ya que ellos suelen probar al profesor hasta conocer sus límites (amenazas, intimidación, acoso, etc.).

- Principio 3 “*trabajo por fichas y copiado*”: algo a lo que yo siempre me había negado era el trabajo individual de fichas de completar y copiar, pues me parece que para un curso de 2º y 3º de la ESO los/as alumnos/as tienen la suficiente autonomía y capacidad para realizar otro tipo de tareas más autónomas y cooperativas. Sin embargo, tras mi experiencia durante las primeras semanas pude comprobar cómo los alumnos eran incapaces de trabajar en grupo y menos de realizar tareas como diseñar un mapa conceptual, sacar ideas claves de la temática, identificar y clasificar, etc. Por el contrario, cuando a este tipo de alumnado se le dan pautas muy sencillas, cortas, simples y rápidas, se puede atraer su atención y comenzar a trabajar algo. Por tanto, el planteamiento de actividades, cortitas, simples, en el que el alumno tiene que copiar la información de un texto, permite poner en orden la clase al menos un rato.
- Principio 4: “*Evaluación continua y continuamente*”: teniendo presente que el alumnado entre sesión y sesión puede cambiar por completo (alto absentismo e irregularidad en la asistencia), y lo que hayas trabajado un día tengas que repetirlo al día siguiente con otro grupo distinto, es necesario plantearse un sistema de evaluación que se adapte a esta intermitencia en la asistencia. Es por ello, que en cada sesión se evalúa al alumnado de forma individual. Para que los alumnos tomen conciencia de la importancia de la asistencia y el trabajo, se les puntuaba con una serie de pegatinas de colores que representan el grado de satisfacción de las tareas realizadas y comportamiento en cada sesión. Una vez terminada la clase se les muestra cómo van esas puntuaciones por colores.
- Principio 5 “*busca la mayoría*”: en general la gran mayoría tiene un comportamiento muy disruptivo, pero siempre hay un grupo reducido en el aula que es todavía más conflictivo y peligroso. Este difícil grupo, muchas veces nos estropea el ritmo de trabajo en el aula, ya que no desean estar allí, y se entretienen en clase con el móvil (escuchando música, chateando o dentro de redes sociales). Por consiguiente, podemos perder la hora de clase intentando que dicho grupo trabaje, y por tanto, que perdamos al resto del alumnado que sí podría trabajar; o por el contrario podemos simplemente dejarles que hagan lo que quieran pero que no molesten al resto de la clase. Además, puede ser que este alumno que en un principio se niega a trabajar, al rato se aburra y decida engancharse de nuevo con el resto de la clase, sin que hayamos malgastado energía.
- Principio 6 “*la familia puede ser tu mejor aliada*”: como profesora en la facultad de educación no estaba acostumbrada a trabajar con las familias de mis estudiantes de maestro o del MAES, pero al cambiar de contexto educativo he tenido que aprender a cómo tratar con padres y madres de este alumnado. Los padres y madres pueden ser un buen aliado para la mejora de las clases, pero hay que saber tratar con ellos para convencerles de la importancia de la educación para el futuro de sus hijos y la comunidad gitana. La mayoría de los padres/madres no suelen estar muy implicados en la educación de sus hijos/as y por tanto no saben qué se trabaja en clase, cómo es la clase y qué problemas nos podemos encontrar. En

consecuencia, es conveniente mantener un contacto constante con las familias haciéndoles saber la evolución de sus hijos/as, los problemas que plantean, así como la importancia de que ellos como padres/madres se involucren en la educación de sus hijos.

- Principio 7 “*si es visual y bonito, mejor*”: este es un principio bastante práctico e interesante y que además ahora estoy trasladando al MAES, consiste en dejar constancia visual de todo el trabajo que se hace en el aula. Para ello, ponemos papel continuo en las paredes del aula, y ahí vamos pegando/colgando las producciones, trabajos, mapas conceptuales, dibujos, etc., que se hayan ido realizando a lo largo de las sesiones. Concretamente en mi clase la tenemos dividida en tres zonas o columnas correspondientes a cada trimestre, donde el alumnado vea qué hemos ido trabajando en cada periodo y pueda echar un vistazo a tras siempre que quiera.
- Principio 8 “*somos un equipo*”: el docente en este tipo de contextos educativos necesita mantener su entusiasmo, motivación y autoestima de forma constante para afrontar la intensidad de su día a día en el aula. En este sentido, el resto de compañeros o equipo educativo, juega un papel muy relevante en esta labor. El equipo docente debe estar muy unido, acordando medidas y propuestas de forma democrática, conjunta y solidaria y, sobre todo, actuando como unidad ante las incidencias y problemáticas en su rutina, dándose apoyo logístico, pero sobre todo humano. Concretamente nuestro departamento de *Ciencias para la Vida*, la comunicación y el trabajo en equipo es nuestra herramienta más poderosa para apoyarnos los unos a los otros y motivarnos en los momentos más duros de las jornadas.

Hay que decir que algunas pautas de trabajo anteriormente expuestas deben ser reajustadas a medida que los alumnos se van integrando en la dinámica y normas del centro como serían las pautas 1, 2 y 3. Por ello, el objetivo es conducir a los alumnos hacia metodologías más activas, más innovadoras, trabajando en pequeños grupos, realizando experiencias prácticas, etc.

CONCLUSIONES

Aunque puede resultar algo incómoda esta experiencia descrita, por la realidad social que expone y cómo se aborda desde el plano educativo, pienso que lo más interesante de todo ello, es poder mostrar y reflexionar sobre esta problemática real y cercana.

Los docentes, vivimos la enseñanza en estos centros de forma muy intensa, donde cada día es un reto, en el que la programación didáctica real es la que se hace una vez que entras en el aula y ves la disposición del alumnado.

Con esta experiencia docente también me gustaría invitar a reflexión sobre la sociedad que tenemos y la que queremos, pues aunque nos cueste creerlo, esta realidad social existe, compuesta por personas que viven en guetos dentro de la ciudad, en un ambiente violento, machista y marginal, siendo nuestros alumnos víctimas de dicha situación. Por lo que nuestra labor como docentes en este contexto es muy diferente a la que puede ser en otros centros, hay que echar mano de otras técnicas, recursos y habilidades que superan nuestra formación como docentes y como personas. Esta situación hace que el docente se sienta desbordado ante las incidencias y problemáticas continuas y rutinarias que sufren en el aula, quedando nuestra labor educativa, en gran medida, reducida a mantener el orden en el centro y pasando a un segundo e incluso tercer plano la enseñanza de nuestra asignatura, ya que tenemos problemas más básicos y urgentes que atender por encima de

la enseñanza de las ciencias o cualquier otra disciplina. En consecuencia, este tipo de centros puede convertirse en la “excusa” perfecta para trabajar desde los valores y las emociones a través de la enseñanza de las ciencias, pasando a ser la enseñanza de las ciencias el vehículo que a partir de una serie de conocimientos científicos permite desarrollar valores sociales de respeto, tolerancia, empatía, justicia, etc., propios del ser humano como ser vivo integrado en su medio socio-ambiental.

Para finalizar, no me gustaría terminar sin expresar mi optimismo hacia una tendencia social educativa más sostenible y humana, a pesar de la complejidad de nuestra realidad social y educativa, pues considero que lo más importante de todo esto es la toma de conciencia de nuestros problemas socio-ambientales, para poder responder desde la educación a partir de la principal cuestión de la enseñanza: ¿para qué enseñar? En definitiva: *“En último término, se trata de un cambio de actitudes y de valores, de un cambio de las intenciones educativas, un cambio que tiene que ver no sólo con el qué o el cómo enseñar, sino, sobre todo, con el para qué enseñar”* (Wamba, 2001:353).

AGRADECIMIENTOS

Esta experiencia aquí descrita ha sido posible gracias el apoyo incondicional de todo el área de Ciencias para la Vida de mi IES: M^a Reyes Vega, Carlos Becerra, Pilar García, Rosa Belmonte y Marina Elvira Román. ¡Gracias equipo!

BIBLIOGRAFÍA

De Pro, A. (2012). Los ciudadanos necesitan conocimientos de ciencias para dar respuestas a los problemas de su contexto. En Pedrinaci (coord.) *11 ideas clave: el desarrollo de la competencia científica* (pp. 83-102). Barcelona: Grao.

Morón, H. (2015). *¿Qué aporta la Educación patrimonial a la enseñanza de las ciencias experimentales? Un análisis de los libros de texto de ciencias de la naturaleza de ESO*. Tesis doctoral. Universidad de Huelva.

Wamba, A. M. (2001). *Modelos didácticos personales y obstáculos para el desarrollo profesional: estudios de caso con profesores de Ciencias Experimentales en Educación Secundaria*. Tesis Doctoral. Universidad de Huelva.

Aprender y cantar: una experiencia con maestros en formación

Muñoz-Franco, G., Illescas-Navarro, M.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Sevilla.

gmunoz3@us.es

RESUMEN

Este trabajo presenta una experiencia formativa, llevada a cabo con alumnado del Grado de Educación Primaria, dentro de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Esta ha consistido en elaborar la letra de una canción, en base a una melodía previamente seleccionada, con el objetivo de sintetizar en ella algunos de los principios didácticos que los alumnos tenían en común en ese momento y que querían aplicar en la enseñanza de la ciencia. La canción elegida, “Color esperanza” ha cambiado su letra para invitar a transformar la escuela con unas sencillas recomendaciones, posibles de llevar a la práctica. Todo ello llevado a cabo con altas dosis de motivación e implicación por parte del alumnado que valoró muy positivamente la actuación, destacándose el efecto positivo que han tenido las emociones surgidas con el aprendizaje.

Palabras clave

Didáctica de las ciencias, actividades, maestros en formación, música, motivación

INTRODUCCIÓN

Durante el curso de Didáctica de las Ciencias Experimentales, correspondiente al Grado de Educación Primaria, en el que se enmarca la experiencia, se llevan a cabo actividades de diversa tipología y con diferentes objetivos. La mayoría, susceptibles de desarrollarse, con ciertas diferencias, en el contexto donde los futuros docentes ejercerán su actividad profesional.

Entre las actividades propuestas a los alumnos a lo largo del curso, se planteó una actividad de síntesis, de gran parte del trabajo realizado en la asignatura, en la que los futuros docentes dieron un paso al frente y respondieron al ¿cómo enseñar? Respuesta que, presumiblemente, evolucionará en cada uno de ellos a lo largo de su trayectoria profesional, en una búsqueda constante del docente que quieren llegar a ser.

Teniendo en cuenta los últimos aportes de la neuroeducación, es deseable que los docentes de cualquier nivel educativo presten atención a las emociones que se generan durante los procesos de enseñanza-aprendizaje, algo de lo que también se hace eco la Didáctica de las Ciencias (Mellado et al., 2014). Haciéndose necesario que las actividades que se planteen al alumnado despierten su curiosidad -que es un componente esencial de la emoción (Mora, 2013)- y con ello su deseo de aprender. Un estudiante que siente curiosidad focalizará su atención sobre el objeto que la provoca, mejorando su predisposición al aprendizaje.

Esto nos viene a recordar que, desde hace tiempo se viene detectando un bajo interés por la ciencia entre los educandos como han puesto de manifiesto diversas investigaciones y estudios (Vázquez & Manassero, 2008; Eurydice, 2011). Pues bien, a la luz de las afirmaciones de expertos en neurociencia como Mora (2013), sabemos que toda la

información del exterior, antes de llegar a niveles superiores del cerebro para su procesamiento, es conducida por las vías del sistema límbico, responsable de las emociones, de modo que los aprendizajes se procesan asociados a determinadas emociones. Es por ello que una de las estrategias para fomentar el gusto por la ciencia, y para mantener la motivación, puede ser que el docente se asegure de que la emoción asociada a cada aprendizaje sea una emoción positiva. Lograr esto utilizando la música como herramienta tiene mucho sentido. Los resultados de un estudio en la Universidad de Zúrich (Baumgartner, Esslen & Jäncke, 2006) revelan que la música tiene mayor poder para provocar emociones que las imágenes.

Teniendo en cuenta que escuchar música, cantar o bailar son acciones que forman parte del día a día de nuestro alumnado y tienen un “gran poder para suscitar emociones” (Bisquerra, 2011), su uso como recurso en el aula supone un acercamiento a nuestros estudiantes, además de la capacidad ya comentada de producir aprendizajes con mayor significado y, por ello, más duraderos.

En este sentido, existen diversas experiencias que ponen de manifiesto la efectividad de este tipo de acciones en el aula. Como ejemplo tenemos al profesor Richard Spencer (finalista en los Global Teacher Prize 2015) que utiliza la música y el baile para enseñar ciencia, haciendo más asequibles al alumnado conceptos complejos, como la reproducción celular (Educación 3.0, 2015). En la misma línea en la Universidad de Columbia utilizan el hip-hop en sus clases, siendo los alumnos los que crean sus apuntes que son las letras de sus canciones (Teinspira, s.f.).

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

La experiencia que describimos se ha llevado a cabo con 49 alumnos, dentro de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales, durante el curso 2014-15.

Como se ha comentado anteriormente el objetivo principal de la actividad era elaborar una canción que sintetizara los principios didácticos que los maestros en formación participantes compartían respecto a la enseñanza de la ciencia.

El origen

Una de las actividades realizadas, con anterioridad a la que se describe, fue el visionado y debate posterior sobre el contenido del vídeo titulado “NASA Johnson Style (subtitulado en español)” que puede encontrarse en la siguiente dirección: <https://www.youtube.com/watch?v=JQaEN86ZwLo>

En ese vídeo, un trabajador de la NASA, nos va contando y mostrando a qué se dedican, cuáles han sido algunos de sus logros y continuamente nos repite que la ciencia está en todas partes. Todo ello lo hacen a través de una canción que tiene como base la música de un éxito de hace unos años y que seguro han escuchado, Gang Style, con su famoso baile del caballo.

Tras finalizar la actividad se preguntó al alumnado si a ellos les gustaría hacer algo parecido, mostrando a quien pudiera interesar su visión sobre la enseñanza de las ciencias, las propuestas que realizarían sobre la misma... en definitiva, los principios didácticos sobre los que empezaban a sustentarse como docentes.

La respuesta, tras algunos minutos de discusión (para puntualizar algunas cuestiones del desarrollo de la misma), fue positiva y se procedió a la realización de la misma siguiendo las fases que se describen a continuación.

La elección de la música

La primera decisión que debían tomar los diferentes grupos era qué música iba a servir de base para nuestra canción. Optamos por buscar una melodía que fuera conocida por todos y, que además, fuera pegadiza.

Resolver esta cuestión nos llevó menos tiempo del previsto ya que, finalmente, la decisión se tomó teniendo en cuenta las necesidades específicas de una de nuestras alumnas, con sordera desde su adolescencia. Esta alumna habla claramente y lee los labios a la perfección, pero no podría cantar ni seguir el ritmo de una canción que no formara parte de sus recuerdos, como ella misma nos hizo saber.

Ante esta hecho y dejando ya en segundo lugar los requisitos que inicialmente habíamos planteado en cuanto a las características de la melodía, encontramos una que encajaba perfectamente con nuestros deseos: “Color esperanza”. La ventaja añadida de esta canción es que conlleva un mensaje subliminal para todo aquél que escuche la nueva versión y conozca la original: le da el matiz “esperanzador” a la idea que transmitiría, presumiblemente, la nueva letra.

La elaboración de la letra

Para ponerle la letra a nuestra canción propusimos a nuestros estudiantes que, teniendo en cuenta la música seleccionada, debían ir escribiendo todo lo que se les fuera ocurriendo en relación al objetivo de nuestra actividad. No era necesario escribir letra para la canción completa, bastaba una palabra, una frase, una estrofa...

Pasado un tiempo prudencial, decidimos poner en común lo que cada grupo había escrito. Para ello dedicamos algunos espacios de tiempo a cantar o leer lo escrito, con el fin de consensuar e ir ordenando y seleccionando la letra final. Esta tarea se hizo algo complicada, la canción es larga y, tras algunas sesiones de acuerdos parciales, decidimos que la docente de la asignatura terminaría de realizar la selección.

Y así lo hicimos, de manera que la letra de nuestra canción se construyó con pequeñas o grandes aportaciones de los diferentes grupos, incluso se le dieron las últimas pinceladas durante los ensayos previos a la grabación del vídeo con el que culminó la actividad, como describiremos más adelante.

Bajo estas líneas mostramos la letra final de la canción que acabamos titulando, algo más tarde: “Color enseñanza”

*Sé, que están cansados de tanto estudiar
Que están cansados de tanto escuchar
Sin interés, las cosas que en el libro
están
Sé, que hay otras formas también de
enseñar
Que otros docentes empezaron ya
Me ayudarán, vale la pena comenzar
Saber que se puede, hacerlo posible
Quitarme los miedos, sacarlos afuera
Pintarles la cara color esperanza*

*Cambiar nuestra escuela desde el
corazón.
Es, mejor que hagan a solo escuchar
Mejor en grupo a solo estudiar
Y ya verás, tan solo déjales volar...
Sé, que los docentes de ciencias
podrán,
Que lo aburrido algún día se irá
Y así será, la escuela cambia y
cambiará
Sentirán que el tiempo vuela*

*Aprenderán sin parar
Saber que se puede (...)
Saber que se debe, contar con los niños
Tener sus ideas, siempre muy presentes,
Valorar su esfuerzo y también su
progreso
Poner nuestra alma en la profesión
Vale más poder jugar
Que memorizar sin parar
Pintarles la cara color esperanza*

*Cambiar nuestra escuela desde el
corazón
Saber que se puede, hacerlo posible
Pintarles la cara color esperanza
Cambiar nuestra escuela desde el
corazón
Saber que se puede (...)
Saber que se puede, hacerlo posible
Pintarles la cara color esperanza
Cambiar nuestra escuela desde el
corazón (x2)*

Terminada la letra que daría vida a nuestra canción, se elaboró por nuestra parte un marcapáginas que contenía la letra anterior y una pequeña frase que sintetizaba muy bien lo acontecido en el aula: “La enseñanza que deja huella no es la que se hace de cabeza a cabeza, sino de corazón a corazón” (H. G. Hendricks). Así, se llevarían un pequeño recuerdo de su paso por la asignatura, impregnado de lo vivido en ella y que les haría recordar los emocionantes momentos vividos.

La elaboración del vídeo

El último día de clase, entre otras actividades, se realizaron varias grabaciones en formato audiovisual del alumnado cantando la canción (disfrazado y sin disfrazar, con las manos pintadas y sin pintar...) En días posteriores, se inició el montaje de un vídeo con sus correspondientes subtítulos con el fin de difundir lo que han realizado, de manera que sus palabras pudieran servir de inspiración o de recuerdo a otros. Las imágenes 1 y 2 recogen diferentes instantes de la experiencia.



Figura 1. Últimos ensayos.



Figura 2. Tras la grabación del vídeo.

La reflexión del alumnado

Finalizada la experiencia y tras un tiempo, que nos ubica en el curso actual, sondeamos la opinión de algunos de los alumnos que participaron en ella. En la tabla 1 se muestran algunas de esas reflexiones, en relación a lo que les pareció la actividad en general y en relación a los cambios o mejoras que realizarían en ella.

Tabla 1

Opiniones del alumnado

	¿Qué te pareció la actividad?	¿Qué cambiarías o
Alumna 1	<p>(...) es una actividad que motiva mucho al alumnado y que ayuda mucho a asentar los conocimientos, (...) cosas aprendidas utilizando parte de nuestra creatividad.</p> <p>(...) te das cuenta que todo el mundo es capaz de crear trocitos de canciones (...) te sientes muy bien contigo mismo.</p> <p>Creo que es una actividad muy completa para el alumnado y para ver lo que se ha aprendido realmente.</p>	<p>(...) le daría un poco más de tiempo para ensayar, para que entre todos fuéramos cogiendo más confianza y la canción saliera mejor, ya sé que lo nuestro fue por falta de tiempo.</p>
Alumna 2	<p>(...) me pareció algo creativo y divertido a la misma vez.</p> <p>Es una forma de trabajar cooperativamente y crear un recurso que identificará al grupo por siempre, además de abandonar la sensación de competitividad para apoyarse en la ayuda conjunta y así llegar a un objetivo común.</p> <p>(...) el hecho de representarla y grabarla, da la posibilidad de recordar ese momento cuantas veces queramos y nunca dejarla en el olvido.</p> <p>(...) es una actividad llena de sentimientos, repletas de ideas y emociones de todos los alumnos, haciéndola esencial y fantástica para realizarla en cualquier curso o materia.</p>	-----
Alumna 3	<p>(...) proponer a los alumnos crear tu propia canción supone un golpe de motivación como estudiante porque delega responsabilidad y autoconfianza. (...) el hecho de que la canción trate de una metodología innovadora pues nos causa, como futuro docente, más motivación aún, además de sentimientos hacia tu profesión, como felicidad, esperanza...</p> <p>(...) me sentí satisfecha con la actividad y con ganas de involucrarme en ella.</p> <p>(...) es una actividad que activa la creatividad.</p>	<p>(...) quizás dividiría la clase en cuatro grupo y a cada uno asignaría una canción para que la creasen con diferentes palabras. Esto provocaría más participación individual sobre la canción.</p>

La reflexión docente

La actividad, no prevista inicialmente, surgió de la preparación de la actividad sobre el visionado del vídeo de la NASA, y se decidió llevar al aula. Hemos de decir que, parte del alumnado, al principio mostró cierto recelo a llevar a cabo la realización de la canción. Los motivos que expusieron fueron relativos al tiempo que tendrían que dedicarle fuera del aula, el lugar de los ensayos, la presentación final... Todas estas cuestiones fueron debatidas en el aula antes de decidir si nos embarcábamos en la actividad.

A pesar del éxito de la actividad pensamos que hay aspectos de la misma que pueden ser mejorados. Después de la experiencia, si la actividad hubiera sido propuesta al inicio de curso, el alumnado hubiera ido creando su canción en paralelo a los contenidos trabajados en el aula, favoreciéndose la variedad de los mismos en la letra de la canción, ya que muchos grupos coincidían en contenidos trabajados en el momento en el que se ubicó la actividad. La propuesta realizada por el alumnado de hacer diferentes canciones, también puede ayudarnos a mejorar este aspecto.

Por otra parte, si nos acercamos a los grupos, no todos los miembros estuvieron igual de implicados en todas las fases de la actividad. Y aunque esto puede estar dentro de la normalidad, una mayor planificación de la misma y un mayor tiempo de dedicación en el aula podría subsanar esta cuestión.

CONCLUSIONES

Esta actividad constituye una prueba tangible del poder que tienen las emociones en los procesos de enseñanza-aprendizaje, como queda de manifiesto en las reflexiones realizadas por el alumnado y en nuestras propias vivencias como docentes.

Entre otras cuestiones, los discentes destacan el carácter motivador de la actividad, la confianza y seguridad que sentían, la creatividad, el trabajo colaborativo (en pequeño y gran grupo), que les llevó a conseguir su objetivo.

Además, esa motivación que sentían los alumnos al diseñar la letra, les llevó a asentar los conocimientos aprendidos en el curso (como también apuntan con sus reflexiones), e incluso a repensar algunos de ellos.

Todo ello les permitió comunicar, a través de la música, aquellos principios didácticos que consideraban importantes llevar consigo para la enseñanza de la ciencia, lanzando un mensaje esperanzador.

Por otra parte, esta actividad demuestra que la atención a la diversidad no requiere de un diseño muy complejo, ni la necesidad de diversificar las actividades para unos y otros; lo que representa un ejemplo de inclusión del alumnado con necesidades educativas especiales.

Añadir que uno de los comentarios realizados por el alumnado hace referencia a la posibilidad de utilizar esta actividad en otros contextos, que como ya mencionamos es una de nuestras intenciones con las actividades que proponemos.

Para terminar, hemos de decir que la actividad ha cubierto nuestro principal objetivo y queremos resaltar la importancia de emocionar a nuestro alumnado universitario, en especial de nuestros futuros maestros porque han de ser capaces de enseñar despertando en sus alumnos el deseo de aprender y para ello las emociones han de estar a flor de piel.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baumgartner, T., Esslen, M. & Jäncke, L. (2006). From emotion perception to emotion experience: Emotions evoked by pictures and classical music. *International Journal of Psychophysiology*, 60 (1), 34–43.

Bisquerra, R. (2011). Educación emocional: propuestas para educadores y familias. Bilbao: Desclée de Brower.

Educación 3.0. (2015). Enseñar biología con música y baile, por Richard Spencer. Recuperado de <http://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/ensenar-biologia-con-musica-y-baile-por-richard-spencer/29894.html>

Eurydice (2011). Recuperado de http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/133en.pdf

Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C. & Sánchez, J. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36.

Mora, F. (2013). *Neuroeducación*. Barcelona: Alianza editorial.

Teinspira (s.f.). Utilizando música hip-hop para enseñar ciencia. Recuperado de <http://www.teinspira.com/utilizando-musica-hip-hop-para-ensenar-ciencia/>

Vázquez, A. & Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274-292.

Experiencias innovadoras para trabajar el análisis crítico de la información que leemos y de los productos que compramos

Oliveras, B., Márquez, C., Sanmartí, N.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Autónoma de Barcelona.

begona.oliveras@uab.cat

RESUMEN

En esta comunicación se presentan dos experiencias innovadoras para trabajar la lectura crítica y análisis crítico de la información. Las propuestas se centran en 2 aspectos: 1) Ayudar al alumnado a leer críticamente artículos de prensa a través de una base de orientación y una rúbrica de análisis 2) Ayudar a analizar críticamente algunos productos de uso habitual comparando la información de las etiquetas con su publicidad.

Las propuestas se han implementado en diversos centros de secundaria de Barcelona y con alumnos adultos que estudian a distancia para obtener el graduado escolar en el IOC (Institut Obert de Catalunya). Estas propuestas se basan en una investigación anterior en la que se identificaron las dificultades de los alumnos en leer críticamente artículos de prensa y se definieron diferentes perfiles de lectores.

Palabras clave

Lectura crítica, enseñanza científica secundaria, contextualización, anuncios publicitarios, artículos prensa.

INTRODUCCIÓN

La sociedad actual requiere formar ciudadanos críticos, capaces de posicionarse ante problemáticas que a menudo tienen una fundamentación científica (cambio climático, energías alternativas, grafitis, alimentos transgénicos...). Este posicionamiento crítico tiene que ir ligado a la información que leemos, pero también a los productos que compramos, a menudo publicitados con una información poco fiable.

Aun así, parece que la lectura crítica y la reflexión crítica sobre los productos cotidianos que consumimos, se trabaja poco en las aulas de secundaria. Creemos que es muy necesario que el profesorado sea consciente del posicionamiento de sus alumnos delante de la información que leen, y que a nivel de centro educativo se trabaje tanto la comprensión lectora como el análisis crítico de la información, ya que estas dos competencias no están directamente relacionadas (Oliveras, Márquez y Sanmartí, 2013).

Marco teórico

La comprensión crítica de textos comporta asumir que el discurso no refleja la realidad con objetividad, sino que ofrece una mirada particular y contextualizada (Cassany, 2006). La lectura depende de los conocimientos previos del lector y requiere situar el texto en su contexto e inferir las intenciones del autor y la construcción activa de nuevos conocimientos (Yore, Craig y Maguire, 1998).

Los lectores pueden posicionarse epistemológicamente de diferentes maneras respecto a un texto: a) Adoptando una posición dominante en relación al texto, en que las ideas previas propias se anteponen a cualquier información del texto; b) permitiendo que el texto se imponga a sus ideas y aceptando las informaciones por el simple hecho que aparecen publicadas, o bien; c) tomando una postura crítica e iniciar una negociación interactiva entre el texto y sus creencias u opiniones para conseguir una interpretación que sea lo más consistente y completa posible (Olson, 1994). Esta última es la posición que nos interesa que el alumnado adquiera.

En una investigación anterior (Oliveras, Márquez, Sanmartí, 2014), realizada con alumnos de secundaria y bachillerato, se detectaron tres perfiles de lectores. Una mayoría de los alumnos (72%), tanto de ESO cómo de bachillerato, se creen toda la información escrita, aunque encuentren otros datos en Internet o que sus conocimientos de ciencia contradicen la información leída (Lector o perfil crédulo). Un pequeño grupo de estudiantes (18%) prioriza su ideología o creencias a la información que leen (perfil ideológico) y una minoría del alumnado (10%) es crítico con la información que lee (perfil crítico).

Es importante destacar que para poder analizar, interpretar y criticar un texto con contenido científico los estudiantes tienen que poder acercarse a los escritos con referentes científicos. En esta misma línea, posicionarse ante la compra de un producto que enfatiza unas calidades científicas a menudo requiere un mínimo de conocimientos de ciencia para no abocarnos a la cautivación por el formato o la imagen. El problema es que el modelo o modelos teóricos asociados a la lectura de un texto con contenido científico o al análisis de la información de los productos son generalmente implícitos, por lo tanto, habrá que ayudar al alumnado a encontrar esta conexión, porque poco a poco la puedan hacer de manera autónoma. Será, por lo tanto, necesario diseñar estrategias de lectura y análisis de la información que ayuden a activar el modelo científico implícito (Oliveras, Márquez y Sanmartí, 2013).

EXPERIENCIAS INNOVADORAS

Planteamos dos propuestas innovadoras para ayudar a formar ciudadanos críticos.

Propuesta 1: Actividades de lectura crítica

La primera propuesta consiste en ayudar al alumnado a leer críticamente noticias del periódico con contenido científico trabajando actividades destinadas a esta finalidad. Las actividades se diseñan a partir de noticias controvertidas y de actualidad previamente seleccionadas. Esta selección la puede hacer el profesor o puede ser una tarea a hacer por estudiantes y profesores. Estos textos siempre tienen que estar relacionados con conocimientos científicos trabajados en el aula o que se vayan a trabajar.

Para cada artículo que se trabaje en el aula proponemos una actividad de lectura acompañada que permitirá trabajar el texto de manera crítica. Esta actividad puede durar 1 o 2 sesiones.

Las actividades que planteamos se basan en la secuenciación de preguntas que ayudan al análisis y reflexión crítica del texto. Nuestra propuesta parte del cuestionario C.R.I.T.I.C. propuesto por Bartz (2002) y de las aportaciones del grupo de investigación LIEC (Lenguaje y Enseñanza de las Ciencias) de la UAB. Este cuestionario promueve que el alumnado identifique las principales afirmaciones del discurso, los intereses que mueven al autor/a a escribir el texto y el punto de vista que adopta. A la vez ayuda a que el alumnado valore la solidez, fiabilidad y validez de las evidencias y argumentos aportados

y que detecte incoherencias, imprecisiones, errores y/o contradicciones, aspectos necesarios para una lectura significativa y crítica.

Ejemplos de preguntas	
1. Identificar las ideas principales del texto	¿Qué problema se expone en el texto? ¿Cuál es la idea principal? ¿Con qué contenidos científicos puede estar relacionada?
2. Identificar el propósito del autor/a	¿Quién ha escrito este documento? ¿Por qué lo debe haber escrito?
3. Identificar las suposiciones y el punto de vista del autor/a	¿Cuál es el punto de vista del autor/a? ¿Qué suposiciones hace el autor en el texto?
4. Formular una pregunta científica a la que da respuesta el autor en el artículo y/o Diseñar un experimento científico para comprobar la información del texto	¿A qué pregunta científica da respuesta el autor/a de este artículo? ¿Qué experimento se podría hacer para comprobar la veracidad de la información que da la noticia?
5. Identificar datos y evidencias del texto.	¿Hay argumentos o pruebas científicas en el texto que justifiquen la afirmación inicial? Escribirlas.
6. Sacar conclusiones infiriéndolas a partir de pruebas	Escribir un texto argumentativo validando o criticando la información del texto.

Tabla 1: Elementos de la lectura crítica de Ciencias (Oliveras et al, 2013)

Estrategias en el diseño de las actividades

En el diseño de las actividades se tienen que tener en cuenta las tres fases del proceso lector: fase previa (activación de ideas previas y formulación de las hipótesis iniciales), durante la lectura (regulación del proceso de lectura) y después de la lectura (evaluación de la información).

En la fase previa, se lee e interpreta el título de la noticia haciendo inferencias de su posible contenido. En esta fase se activan las ideas previas de los estudiantes y se formulan las primeras hipótesis. A continuación los alumnos leen la noticia y responden las preguntas de la Tabla 1 (Elementos de lectura crítica de ciencias) analizando el contenido científico de la noticia de manera crítica. En la última fase, posterior a la lectura, comparan la información del texto con otras fuentes, por ejemplo, internet, y se redacta un texto argumentativo final. En todas las actividades se trabaja de manera cooperativa, a excepción del texto argumentativo final que es individual. El trabajo en grupo favorece la comprensión y análisis crítico de la información (Colomer, 2002; Márquez y Prat, 2005; Oliveras, Márquez y Sanmartí, 2013).

Evaluación de las actividades

A partir de una rúbrica los alumnos pueden evaluar la calidad de los distintos elementos de la lectura crítica realizada por ellos mismos o por sus compañeros

	5	4	3	2	1
Ideas principales	Expresan con sus propias palabras la información más importante de manera entendedora. Identifican todas las ideas y conceptos claves que se usan de una manera entendedora	Expresan con sus propias palabras la información más importante. Identifican algunas de las ideas y conceptos claves que se usan de una manera entendedora.	Hacen referencia a más de una idea o concepto clave.	Solo identifican una de las ideas o conceptos claves	Citan información no relevante o no reelaboran la información.
Propósito Autor/a	Comunican bien el propósito que creen que tiene el autor/a. Se dan cuenta que el autor/a además de informar tiene otras intenciones (crear polémica...).	Identifican el propósito del autor/a pero de manera poco precisa ya sea porque no redactan bien o porque no concretan bastante.	Suponen que las noticias sólo son para informar de una manera neutra e imparcial	La información que expresan no se puede inferir del texto	Citan información irrelevante
Suposiciones y punto de vista autor/a	Hacen suposiciones razonables e identifican y justifican el punto de vista del autor/a a partir del texto.	Hacen suposiciones razonables, identificando el punto de vista del autor/a pero no lo justifican.	Citan frases textuales del texto sin inferir el punto de vista del autor/a.	Hacen suposiciones no razonables en función de evidencias y no identifican el punto de vista del autor/a.	No contestan o citan información irrelevante o no identifican el punto de vista del autor/a.
Pregunta científica o Diseño experimento científico	Formulan preguntas fundamentadas e importantes desde la ciencia, analizando todas las variables a considerar, o realizarían un experimento para comprobarlo basado en todas las variables.	Formulan preguntas fundamentadas e importantes desde la ciencia, analizando solo una de las variables, o realizarían un experimento para comprobarlo basado en una de las variables.	Se preguntan cuestiones a las que no responde el texto o realizan experimentos dirigidos únicamente a entender el porqué del problema.	Se plantean la pregunta sin concreciones o realizarían experimentos demasiado generales.	Plantean preguntas poco coherentes o experimentos irrelevantes
Identificación de datos y evidencias	Distinguen entre hechos, argumentos científicos y opiniones del texto. Sacan conclusiones teniendo en cuenta la información de que disponen y por un razonamiento sensato demuestran capacidad para analizar y evaluar la información objetivamente.	Sacan conclusiones fundamentadas a partir de información aportada por el texto (hechos, datos, evidencias...), sin distinguir el tipo de fuente (hecho, opinión, argumento científico...).	Hacen referencia a si el texto da evidencias o no, o a si las informaciones que aporta tienen validez científica, sin más explicaciones o dando argumentos poco.	Citan informaciones del texto con un razonamiento no elaborado e impreciso o bien sacan conclusiones basadas en informaciones del texto no relevante y no se refieren a sí son evidencias o no.	Validan la información por confianza con el diario (no juzgan la credibilidad de la fuente) o porque creen que el autor/a se ha informado.
Argumentación de conclusiones	Confrontan la información del texto con los conocimientos científicos, mostrando capacidad para argumentar de forma fundamentada acuerdos y desacuerdo.	Confrontan la información del texto con sus conocimientos científicos y muestran acuerdos o desacuerdos sin fundamentarlos explícitamente.	Activan sus conocimientos de ciencia y muestran capacidad para argumentar acuerdos y desacuerdos, a pesar de que no confrontan sus conocimientos con la información del texto.	Llegan a conclusiones a partir de conocimientos cotidianos sin activar los conocimientos científicos.	Citan argumentos irrelevantes

Tabla 2. Rúbrica para el análisis de los elementos de la lectura crítica (Oliveras, p. 18-20; 2013)

Propuesta 2. Curso autoformativo para ayudar a leer críticamente las etiquetas de los productos cotidianos

El curso “Química en la vida cotidiana” forma parte de los *miniops* del Institut Obert de Catalunya (IOC), Instituto a distancia para obtener el título de graduado escolar para adultos (GES) o bachillerato. Este curso se ha aplicado con estudiantes que quieren acreditar por la obtención del Graduado Escolar GES. Es una materia optativa dentro del currículum.

Los *miniops* son cursos de contenido abierto de corta duración (15 horas en este caso) vinculados a temas actuales. El *Miniop* «Química en la vida cotidiana» (<http://miniops.ioc.cat/11/index.html>) está diseñado con el objetivo de ayudar al alumnado a la toma de decisiones en la compra de productos cotidianos (agua, productos limpia, detergentes). El curso está diseñado para ayudar a contrastar la publicidad que se hace de algunos productos básicos de la vida cotidiana con la información química que se proporciona en el etiquetado de estos productos. El objetivo es que los alumnos, a partir de las etiquetas de los productos, tengan criterios para la toma de decisiones al comprar.

Para poder ayudar al alumnado a tomar decisiones sobre productos cotidianos se tratan algunos aspectos imprescindibles de química para poder hacer este análisis crítico. Se trabaja la composición a partir de las aguas minerales, el pH a partir de los productos de higiene y el cambio químico a partir de los productos de limpieza.

El curso consiste en una secuencia de actividades autoformativas, y está estructurado en 7 pasos, unas 15 horas de duración en total, con textos breves, vídeos, infografías, imágenes y fórums guiados donde se promueve la interacción entre los estudiantes.

La secuencia de aprendizaje es similar en cada uno de los pasos. 1) Se dan breves fundamentos científicos para poder analizar los productos a trabajar a través de su etiqueta; 2) se plantea una pregunta relevante respecto al producto a comprar; 3) se dan criterios de análisis para reflexionar, 4) se debate en un foro de participación o se hace participar activamente a través de un experimento.

El primer paso del *miniop* es un vídeo breve del EPCA (European Schoolnet), que sitúa la Química como ciencia que forma parte de nuestra vida diaria.

En el segundo paso se introduce la importancia de las etiquetas ya que contienen información importante de los productos que hace falta saber analizar críticamente. Se informa de que la etiqueta tiene que contener obligatoriamente algunas especificaciones que afectan el derecho a la información de los consumidores. Se comporta la información estándar que tendría que tener una etiqueta según el organismo oficial que lo controla Agencia Catalana del Consumo.

El tercer paso se centra ya en el análisis de un producto. En este caso el agua mineral. Se da una breve información sobre la procedencia del agua mineral. Se introducen los conceptos de composición y concentración, ya que para poder analizar críticamente las etiquetas de las aguas minerales hay que entender que significan estos conceptos, y como afectan en las propiedades o los beneficios para la salud. A partir de la información oficial que encuentran en el departamento de sanidad de la Generalitat de Catalunya obtienen los beneficios de cada agua según su composición. Posteriormente en un fórum de participación los alumnos reflexionan sobre el agua que compran en su casa y publican en el fórum un mensaje donde aparece la imagen de la etiqueta, y un análisis de sus beneficios a partir de su composición.

En general todos los mensajes fundamentan la elección del agua que consumen basándose en la relación la composición del agua y sus beneficios para la salud. Un ejemplo de texto

escrito por un alumno: “El agua mineral natural X, es baja en bicarbonatos, calcio, magnesio y sodio, y también es baja en residuo seco. Esto quiere decir que se trata de un agua mineral muy buena para la digestión y para neutralizar la acidez del estómago. También ayuda a la mineralización de los huesos,(...). He elegido esta marca de agua porque es la que utilizamos el gimnasio en donde trabajo. Como es baja en calcio y en sodio evitas problemas como por ejemplo los relacionados con los riñones. Por otra parte es esto mismo lo que me ha llamado la atención de la etiqueta, que está recomendada por la Fundación Renal”

En el cuarto paso se trabaja los productos de higiene. Para poder analizar críticamente algunos productos se trabajó el concepto de PH. El concepto de pH es muy relevante en muchos aspectos de la vida cotidiana. Conocer este concepto les puede ayudar a tomar decisiones importantes en la compra de productos. A partir de un vídeo sobre un champú para caballos teóricamente milagroso para usar en personas (<https://vimeo.com/57950971>), se les hace reflexionar sobre la utilización del mismo pensando en el pH de la piel. En un fórum de participación los alumnos tienen que argumentar científicamente si comprarían o no este champú y por qué creen que ha tenido tanto éxito. Para hacer su argumentación se les anima a buscar información sobre el pH del caballo, para compararla con la del cuerpo humano. También tienen que buscar un producto que tengan en casa, mirar el pH que pone en la etiqueta y valorar si es adecuado para el uso destinado. Un ejemplo “Personalmente no compraría este champú, ya que la piel de los caballos tienen una anatomía y fisiología diferente del cabello humano y es un producto veterinario. El PH es (...).El PH de los caballos se sitúa en valores entre el 7.0 y 7.4 y el PH humano entre el 5.8 y 6.2, por lo tanto desde el punto de vista de acidez del producto no es indicado para lavarnos con él (...). Además al ser un producto no específico para seres humanos y no testado en personas puede provocar efectos negativos en la salud capilar, tales como picor, dermatitis seborreica, irritación, descamación, etc. (...)”

El quinto paso se dedico a los detergentes, entender cómo funciona un detergente puede ayudar a los alumnos a poder analizar críticamente detergentes que se venden como productos milagro. En el foro los alumnos reflexionaban sobre la cantidad de detergente que utilizan diariamente. Los alumnos leían un artículo <http://blogs.20minutos.es/ciencia-para-llevar-csic/2014/07/22/por-que-el-jabon-no-hace-la-misma-espuma-cuando-te-vas-de-vacaciones/> que trataba sobre la dureza del agua y posteriormente respondían a la pregunta: La dosis que usas del detergente que usas habitualmente, corresponde con la dosis recomendada en la etiqueta ? En caso contrario, ¿qué consecuencias tiene el hecho de no seguir la recomendación? Investígalo y haz una aportación al foro.

Las participaciones de los alumnos fueron muy ricas. Consideraron que no solo era cuestión de la cantidad de jabón, sino también de la cantidad de ropa que ponían en la lavadora. “Después de investigar un poco, me he dado cuenta de que lo estoy haciendo mal. Aparte de contaminar más, la ropa no se acaba de lavar bien. Entonces, hay bastantes variables a tener en cuenta, una por ejemplo sería que si llenas la lavadora al máximo no tienes porque meterle más detergente incluso algo menos de lo recomendado por el fabricante, (...)”

En el sexto punto se trabajaron los productos de limpieza, sus efectos y peligros. Los alumnos conocen la composición de los productos de limpieza más conocidos y a través de videos se les muestra los problemas de la interacción entre ellos. Se incide en la etiqueta como elemento imprescindible para tomar decisiones a la hora de comprar y utilizar los productos. Luego se pedía a los alumnos que hicieran un pequeño experimento con col lombarda para ver qué productos eran ácidos y cuales básicos

En el último punto se trata el tema de la publicidad y la química. Se reflexiona sobre la publicidad y se proporciona a los alumnos unos criterios para validar la fiabilidad de los anuncios publicitarios.

A continuación se pone un ejemplo de una alumna que analizó la publicidad de una leche rica en calcio "X Calcio": "El anuncio da a entender que la leche tiene un extra de calcio, cuando lo único que tiene es Vitamina D, (...). Según el anuncio, que no tiene ningún tipo de aval, son 800mg de calcio diarios (...). Contrastando la información del anuncio con estudios científicos, la cantidad diaria recomendada para un adulto de 18 a 51 años es de 1000mg de calcio diario y pasados los 51 años, se recomienda 1200mg / día.(...). Como recurso de captación, utilizan a personajes famosos en sus spots. (...)"

El curso acaba con un pequeño proyecto en el cual los alumnos tienen que elegir un producto (cosmético, jabón, detergente o agua mineral) sobre el cual exista un anuncio publicitario (sea en vídeo, una valla publicitaria, un anuncio de prensa, de Internet, etc.). Después tienen que hacer una presentación digital comparando la información de la etiqueta con el anuncio publicitario de un mismo producto elegido por ellos. Se les pide que comparen la información de la etiqueta con el contenido mínimo que ha de contener según la Agencia Catalana del Consumo, a la vez deben analizar el anuncio y finalmente tienen que dar una conclusión argumentada desde el punto de vista de la química sobre si la información que proporciona la publicidad es fiable o no. Las marcas elegidas por los alumnos fueron muy diversas, el hecho de comparar la etiqueta con el anuncio les hizo replantarse la poca información del producto que sale en la publicidad, y el poco rigor científico del contenido de alguno de ellos. Un ejemplo de la conclusión final de un alumno que analizó la etiqueta y el anuncio publicitario de un jabón muy conocido "Ahora soy más consciente que la publicidad nos dice verdades a medias. En el mundo de la publicidad hay mucha imaginación, pero si queremos saber la verdad hay que mirar las etiquetas. La etiqueta nos pone la composición (aunque en inglés), además de su procedencia, su peso neto, su peligrosidad, que precauciones hay que tomar y la forma de utilizarlo, cosa que no nos dice la publicidad".

CONCLUSIONES

La lectura crítica de artículos de periódico y el análisis crítico de productos cotidianos son dos aspectos que consideramos necesarios trabajar en la clase de ciencias para formar ciudadanos críticos y responsables.

Pensamos que la lectura de textos con contenido científico de diferentes fuentes tiene un papel fundamental en la asignatura de ciencias, no solo para mejorar la comprensión de fenómenos científicos sino a la vez ayudar al alumnado a desarrollar una serie de competencias básicas para desenvolverse en un mundo contemporáneo.

Otra reflexión importante, es que para poder aplicar los conocimientos de ciencias en contextos reales hay que tener los conceptos de ciencia bien contruidos. El alumnado que ha interiorizado dichos conceptos desde su complejidad, podrá identificar los hechos relevantes del texto o de las etiquetas y así activar sus ideas de ciencia.

El curso de *miniop* "Química a la vida cotidiana" llena un vacío en el campo de materiales educativos abiertos y *online* con metodologías interactivas. El objetivo que pretende, basado en proporcionar criterios para poder afrontar con espíritu crítico las informaciones de la publicidad a partir de contrastar con las etiquetas de sus productos, es muy importante en el currículum de la educación obligatoria, mientras que en los materiales educativos y, en general en las clases, se hace poco énfasis en esta cuestión que es muy relevante en la vida de las personas.

Valoramos muy positivamente la metodología utilizada en el curso. La discusión en los foros ha contribuido a mejorar la comprensión de las ideas científicas relacionadas con los productos y a la vez a mejorar el espíritu crítico.

Los proyectos finales de los alumnos demuestran que han analizado un producto de uso habitual. En su presentación final todos los alumnos comparan la etiqueta con el anuncio elegido analizando la etiqueta con la información mínima requerida por la Agencia Catalana Consumo y detectando muy bien las diferencias entre el anuncio y la etiqueta correspondiente. Las pautas propuestas para analizar los anuncios publicitarios les ayudan a leerlos de manera objetiva. Para redactar las conclusiones finales muchos alumnos contrastaron la información que habían leído en la etiqueta o en el anuncio con otras fuentes. Algunos alumnos manifestaron la necesidad de informarse más sobre algunas propiedades del producto para no ser engañados, habiendo despertado su curiosidad. En algunos casos, el análisis crítico de las etiquetas y su publicidad ha ayudado en la toma de decisiones haciendo replantear su compra.

AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada en el marco del grupo LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències), grupo de investigación consolidado (referencia 2014SGR1492) por AGAUR (Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca) y financiada por el Ministerio de Educación y Ciencia EDU2015-66643-C2-1-P

BIBLIOGRAFÍA

- Cassany, D. (2006). *Tras las líneas: sobre la lectura contemporánea*. Barcelona: Anagrama.
- MCClune, B., & Jarman, R. (2015). Learning to read with a critical read: Cultivating . *Research Science Education*, 41, 691–710
- McNeill, K. L. (2011). Elementary Students' Views of Explanation, Argumentation, and Evidence, and Their Abilities to Construct Arguments Over the School Year. *Journal of Research in Science Teaching*, 48 (7), 793-823.
- Nicolaidou, I., Kyza, E.A., Terzian, F., Hadjichambis, A., & Kafouris, D. (2011). A Framework for Scaffolding Students' Assessment of the Credibility of Evidence. *Journal of Research in Science Teaching*, 48, 711-744.
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (1987). Explanations of reading comprehension: Schema theory and critical thinking theory. *Teachers College Record*, 89, 281-306.
- Oliveras, B; Márquez, C; Sanmartí, N. (2013). The use of newspaper articles as a tool to develop critical thinking in science classes. *International Journal of Science Education*, 35 (6), 885-905.
- Oliveras, B; Márquez, C; Sanmartí, N. (2014). Students' attitudes to information in the press: critical reading of a newspaper article with scientific content. *Research in Science Education*, 44, 603-626.
- Olson, D. R. (1994). *The world on paper*. Cambridge, PA: Cambridge University Press.
- Yore, L. D., Craig, M. T., & Maguire, T. O. (1998). Index of science reading awareness: An interactiveconstructive model, text verification, and grades 4–8 results. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 27–51.

La controversia científica y la naturaleza de la ciencia, una propuesta de enseñanza para la formación de docentes en ciencias

Pabón, T.,^a Muñoz, L.,^a Vallverdú, J.^b

^a Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia; ^b Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.

teopabon@hotmail.com

RESUMEN

La educación científica debe capacitar para la crítica y debe permitir que los jóvenes sean conscientes que la intervención en la sociedad es necesaria y posible, nuestra propuesta que fue desarrollada con profesores en formación del programa de Licenciatura en Química, se enmarca desde esta perspectiva con el fin de fomentar espacios en donde se puedan construir argumentos críticos y reflexivos acerca de la comprensión y la enseñanza de la ciencia; para lograrlo se fundamenta en las controversias científicas y sus relaciones con la naturaleza de la ciencia, enfocados desde el caso de la minería en Colombia, a través de los vínculos de la ciencia con los contextos histórico, social, político y cultural, de esta forma las actividades realizadas permitieron abordar los conceptos científicos desde diversos ángulos, fomentando así el análisis reflexivo de la dinámica científica, lo cual es un aspecto importante dentro de los procesos de formación de profesores.

Palabras clave

Controversia científica, naturaleza de la ciencia, formación de profesores en ciencias.

INTRODUCCIÓN

Hoy, más que nunca, es urgente la necesidad de formar ciudadanos capaces de intervenir más y mejor en las decisiones concernientes a la ciencia y la tecnología contemporáneas, relacionadas con las numerosas controversias tecnocientíficas y medioambientales o con las decisiones personales que, por ejemplo, se toman respecto a la salud, consumo de alimentos, etc. De esta forma, probablemente los ciudadanos así educados se interesarán mucho más por la comprensión pública de la ciencia y la difusión de la cultura científica (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003 citado en Acevedo, 2005).

Para lograr esto es importante resaltar que los principales actores que intervienen en la preparación del alumnado para que logren inmiscuirse dentro de la sociedad, son los profesores, y de estos depende en qué grado se involucre la ciudadanía dentro de las diversas controversias que se presentan a su alrededor, de tal forma que, no solamente se debe saber ciencias, sino que también se debe saber cómo se construye ciencia y de qué manera influye y es influenciada por la cultura y la sociedad.

De esta manera, lo que se buscó con este trabajo fue construir una propuesta que permita la comprensión de la ciencia y su enseñanza, fundamentada en la Controversia Científica y apoyada en sus relaciones con la naturaleza de la ciencia, a través de los vínculos de la ciencia con los contextos histórico, social y cultural, con la intención de promover una

reflexión profunda sobre los valores y supuestos inherentes relacionados con el conocimiento científico.

La investigación tiene como eje central la controversia científica y se realizó con profesores en formación de química, desarrollando el caso de la minería en Colombia, en la cual se tienen en cuenta aspectos técnicos de la minería, sus procesos químicos, la importancia de la minería para el desarrollo de los sectores en donde se realiza y para el crecimiento de la economía nacional; de igual forma su impacto ambiental, social y de políticas públicas, así como la forma en que se desarrolló históricamente, permitiendo no solamente una evolución en este sector sino que impulsó una gran cantidad de avances en otras áreas del conocimiento.

CONTROVERSIA CIENTÍFICA

En general los libros de texto y los currículos de ciencias de secundaria presentan con demasiada frecuencia los cambios en el conocimiento científico prestando muy poca atención a la dinámica que los indujo, de esta forma los alumnos solo reciben un aura de eficacia absoluta, tampoco es usual que los profesores traten de forma diferenciada este aspecto, y permiten que esta visión continúe aumentando, es así que la forma en que se construye la ciencia es un aspecto poco reconocido.

Duschl (1997 citado por Cortés et al 1999, p. 144) reconoce que las controversias científicas constituyen un excelente ejemplo de cómo se construye la Ciencia, de los titubeos, avances y quizás retrocesos que tienen lugar, de que nunca hay un solo descubridor sino contribuciones parciales, señalando que los libros de texto tratan las teorías antiguas como banalidades superadas y después de una breve crítica de estas afirmaciones informan cuáles son las teorías en las que se cree actualmente.

Dada la importancia que tienen las controversias científicas, las cuales permiten un acercamiento hacia la propia dinámica de la ciencia, es imperativo comprender cómo se construyen los conocimientos, y reflexionar acerca de la ciencia, las implicaciones que genera para la sociedad y la forma en cómo es llevada al aula de clase (Pabon, Muñoz, & Vallverdú, 2015).

Por lo tanto definimos las controversias científicas como una herramienta que contribuye a la toma de decisiones fundamentadas y críticas acerca del desarrollo científico y tecnológico de las sociedades, ya que permiten evidenciar la forma en que se construyen los conocimientos científicos, su naturaleza y la manera en que son constituidos como objetos de investigación, tomando las teorías científicas como referente del mundo epistémico y el contexto socio histórico en el que se postula y se pone en práctica, permitiendo así una reflexión teórica y un razonamiento científico.

NATURALEZA DE LA CIENCIA (NdC)

De manera habitual los currículos de ciencias se han centrado sobre todo en los contenidos conceptuales que se rigen por la lógica interna de la ciencia y han olvidado la formación sobre la ciencia misma; esto es, sobre qué es la ciencia, su funcionamiento interno y externo, cómo se construye y desarrolla el conocimiento que produce, los métodos que usa para validar este conocimiento, los valores implicados en las actividades científicas, los vínculos con la tecnología, las relaciones de la sociedad con el sistema tecnocientífico y, viceversa, las aportaciones de éste a la cultura y al progreso de la sociedad. Todo esto constituye a grosso modo la mayor parte de lo que se conoce como NdC, entendida ésta en un sentido amplio y no exclusivamente reducido a lo epistemológico (Acevedo, 2005).

Dejar de lado estos aspectos no concuerda en absoluto con la realidad científica del presente; de esta manera es importante resaltar que para los fines de este trabajo con profesores en formación inicial de química, se toma la NdC, como: un conjunto de contenidos metacientíficos con valor para la educación científica (Adúriz-Bravo, 2007), esta definición no se aleja de los aspectos relacionados con la enseñanza de las ciencias, tampoco se enfoca únicamente hacia las características de la investigación científica, y establece una conexión con los aspectos sociales que influyen dentro de la ciencia.

RELACIONES CONTROVERSIA CIENTÍFICA Y NDC

Dentro de los constructos teóricos de la controversia científica y la NdC, se encuentra que las relaciones entre ellas parten desde la intencionalidad de cambiar la forma en que se entiende la ciencia; retomando así lo dicho por Dascal (citado en Bassols 2002), para quien la controversia científica permite explicar la expansión del conocimiento científico, evidenciando que la investigación tiene varias dimensiones determinantes, incluyendo lo social, político, económico y psicológico, esto gracias a los conflictos epistémicos que se dan en la ciencia por hombres concretos y como resultado de los cuales los problemas se aclaran y la producción de nuevos conocimientos es posible, y es esta capacidad de la controversia de evidenciar la forma en que se construye el conocimiento, es fundamental para las intencionalidades de la NdC.

En la tabla 1, se muestran algunas de las relaciones teóricas encontradas entre la controversia científica y la naturaleza de la ciencia, estas relaciones son posibles debido a la versatilidad de las controversias científicas, pues de acuerdo a las diversas formas en que se pueden presentar, se logra trabajar aspectos teóricos, históricos, prácticos y sociales relativos a la ciencia, e incluso todos al mismo tiempo, que McMullin (citado en Vallverdú 2005) denomina mezcladas; y es bajo este tipo de controversia que se puede pensar en su integración con la NdC.

Es así como encontramos que en la tabla 1 confluyen diferentes aspectos teóricos y sus intencionalidades son compatibles, donde podemos ver aproximaciones desde aspectos epistémicos y no epistémicos (relaciones 1, 2, 4 y 6), igualmente aspectos que tienen que ver con características propias de la actividad científica (relación 3), que permiten generar una estructuración argumentativa (relación 5), fundamentadas en la enseñanza de la ciencia y la formación de profesores (relación 7).

	CONTROVERSIA CIENTÍFICA	NATURALEZA DE LA CIENCIA
1	Estudia el desarrollo de la ciencia, a través de conflictos epistémicos presentes en ella, para exponer como es la construcción de la ciencia	Se fundamenta desde la epistemología de la ciencia permitiendo preguntarse ¿qué es la ciencia? y ¿cómo se construye?
2	Ofrece un buen marco de estudio de los procesos de dinámica científica (Vallverdú J. , 2005)	Permite la comprensión del funcionamiento interno y externo de la ciencia (Acevedo J. A., 2005).
3	Es indispensable para la formación, evolución y evaluación de las teorías científicas (Dascal, 1997).	Permite una reflexión epistémica, ambientada en la historia de la ciencia y su contexto social
4	Evidencia los valores no epistémicos, es decir los valores morales, que juegan un papel importante en las actividades de los científicos	Muestra que hay valores implicados en las actividades científicas, estos son valores culturales y morales (Acevedo J. A., 2005)

	y la toma de decisiones (Delgado y Vallverdú, 2007).	
5	Genera estructuras argumentativas, al examinar los argumentos de las partes en conflicto (Brante y Elzinga, 1990). Permitiendo la construcción de argumentos válidos	Permite la edificación de una argumentación científica. Edifica una alfabetización científico tecnológica, para facilitar la participación activa en la sociedad (Acevedo J. A., 2005)
6	Son importantes las cuestiones propias de la cultura y las relaciones socio-políticas en las que la ciencia juega un papel importante, con referentes del mundo real y el contexto socio-histórico.	Se fundamenta desde la sociología de la ciencia en donde se evidencia la relación entre la ciencia con la sociedad y la cultura (Adúriz-Bravo A. , 2005).
7	Presenta una gran versatilidad al permitir la apropiación de diferentes conceptos tanto de la ciencia aplicada como de la didáctica de las ciencias, en la formación inicial de profesores (Pabon, Muñoz, & Vallverdú, 2015)	Es necesario para la formación de profesores (Acevedo J. A., 2005) pues sintoniza aspectos disciplinares, pedagógicos y didácticos que reciben los profesores en formación (Adúriz-Bravo A. , 2007).

Tabla 1. Relaciones entre la controversia científica y la NdC

METODOLOGÍA

Dado lo anterior dentro del marco referencial encontramos que relacionar las controversias científicas con la NdC, permite pensar en la controversia tecnocientífica y medioambiental que se genera con respecto a la minería en Colombia, y fundamentado de esta forma se planteó su desarrollo con veinte estudiantes de décimo semestre de Licenciatura en Química, a los cuales denominamos profesores en formación inicial de química (PFIQ), de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia, durante el segundo semestre del año 2014, en el espacio académico de líneas de investigación. Se seleccionaron estos estudiantes debido a que se encontraban próximos a graduarse, y resultaba idóneo analizar la forma en que comprendían la ciencia, pues esto lógicamente incidiría en su quehacer docente, y sumado a que la mayoría de los estudiantes enfocó sus trabajos de grado con temas afines con la química, dejando de lado la enseñanza de las ciencias, aspecto fundamental en su labor como docentes, y que se ve relegado por la imagen común de ciencia “pura y dura”. Dado lo anterior la propuesta se realizó en tres sesiones cada una de dos horas de duración, acompañadas de lecturas previas sobre las temáticas a tratar, lo cual de forma general se desarrolló de la siguiente forma:

1. Introducción al concepto de controversia científica, indicando la forma en que se desarrollan las controversias y los diferentes tipos de controversias, enfatizando en las controversias de tipo mezcladas; la actividad introductoria a la NdC y la controversia científica inició con el planteamiento de una serie de preguntas a los participantes con el fin de obtener información que permita analizar de qué forma comprenden la enseñanza de las ciencias. Posteriormente, se explica qué es la controversia científica y la relación que tiene con la naturaleza de la ciencia.

2. Características fundamentales de la minería y sus conceptos claves tales como: los tipos de minería, sus métodos, sus implicaciones sociales, su desarrollo histórico e influencia hacia la cultura, y específicamente, se abordaron temas como el desarrollo de la minería

en Colombia y la forma cómo fue tomando mayor relevancia con el paso del tiempo; también se dan a conocer los diferentes actores sociales implicados dentro de la controversia, estos actores no son solo seres humanos y grupos humanos, sino también elementos naturales y biológicos, productos industriales y artísticos, institucionales e instituciones económicas, artefactos científicos, técnicos, y así sucesivamente (Venturini 2009).

3. Controversia sobre la minería en Colombia, la cual se ubica en el marco de un encuentro programado por la mesa de diálogo permanente, este, es un espacio abierto al diálogo entre los diferentes gremios que presentan un interés por los procesos mineros en el país, por lo tanto, a estos gremios se le denomina actores sociales; estos actores sociales son: a) Ministerio de minas y energía y representantes del sector privado; b) organizaciones ambientales; c) representantes de los mineros artesanales; d) observadores mesa de diálogo permanente Colombia; cada uno de los actores sociales presenta una postura diferenciada de los demás y en algunos casos se presentan relaciones entre ellos. La intención es que los PFIQ hagan parte de cada uno de los grupos que representan los actores sociales

El desarrollo de la propuesta fue registrado en videos, previa autorización de los participantes, y así mismo con el registro de unos protocolos previos a las actividades realizadas, los resultados obtenidos se muestran a continuación.

RESULTADOS

Para comprender de una mejor manera los resultados obtenidos es importante mencionar con un poco más de profundidad algunos aspectos desarrollados.

Inicialmente al realizar la introducción a la propuesta se realizaron una serie de preguntas abiertas, tales como ¿para qué enseñar enlaces químicos?, ¿qué es un átomo?, ¿qué es la química?, en donde se busca una interpretación por parte de los PFIQ, la importancia de estas preguntas no radica en lo que se sabe del concepto o la respuesta específica dada a la situación, sino en la capacidad de identificar desde cuáles concepciones epistemológicas del conocimiento los PFIQ dan sus respuestas, por ejemplo al preguntarles sobre ¿qué es un átomo?, respondieron:

“es un sistema de energía y materia, de una escala muy pequeña, y es la base como tal de toda la materia”; “son las partículas que componen todas las sustancias y que le dan identidad a un elemento”; “es un núcleo, el cual tiene un nucleón que está compuesto por protones y neutrones, y extra nuclearmente tiene electrones”.

De esta forma se obtuvo que se refleja una concepción epistemológica tradicional (Porlan y Martín del Pozo 2004 en Ravanal y Quintanilla 2010), que se basa en la apropiación de significados y una metodología de aprendizaje limitada a la transmisión de conocimiento enciclopédico. Pues desafortunadamente, esta concepción única de átomo puede llevar a que, como lo refieren Adúriz-Bravo y Morales (2002), los estudiantes se resistan entender al átomo como herramienta teórica postulada para la explicación de los fenómenos físicos, y lo asocien a una porción de la realidad accesible a la observación directa mediante equipos que permitan visualizarlos.

Esta posición puede conllevar a que los estudiantes consideren que solo es importante estudiar la teoría final y que sea una pérdida de tiempo estudiar las teorías anteriores, pues si ya no son una “verdad” resultaría absurdo aprenderlas, de esta manera es prioritario conseguir que los estudiantes aprueben exámenes donde se reproduzcan los textos escritos en los libros, pero esto no tiene demasiado que ver con aprender ciencias (Sanmartí, 2002). Por tanto se suprime la importancia de reflexionar epistemológica e

históricamente sobre la ciencia, como propone Adúriz-Bravo (2007), y lo fundamental que resultan las teorías previas para las teorías “aceptadas” en la actualidad, viéndose reflejado al estudiar cómo se elabora y cómo cambia la ciencia en el tiempo. Lo cual no se ve dentro de las posiciones tomadas por los PFIQ.

Por lo tanto las concepciones iniciales de los PFIQ están fuertemente enmarcadas dentro de una epistemología tradicional o conservacionista. En donde dejan de lado la importancia de reconocer que la química es una actividad humana, que surge de una construcción de conocimientos realizada a lo largo de la historia, debida al trabajo de muchas personas; que influye y es influida por aspectos sociales y que no solo se limita al trabajo científico, esto es explicado por Porlan y Martín del Pozo (2004) en Raval y Quintanilla (2010), dentro de lo que denominan como epistemología evolutiva.

Luego de la actividad introductoria se explicaron los fundamentos teóricos de la controversia científica y de qué manera puede estar relacionada con la naturaleza de la ciencia, al conocer estas concepciones que sobre la ciencia plantean la controversia y la naturaleza de la ciencia, algunos profesores en formación manifiestan que este tipo de actividades ayuda a ver la ciencia de otra forma y permite relacionar las clases con la NdC, rescatando la importancia que esta tiene dentro de la propia dinámica de la ciencia, de esta manera los profesores en formación empiezan a ver de otra forma las concepciones previas que tenían de ciencia y química, reconociendo que es una construcción humana y los diferentes métodos y formas desarrolladas a través de la historia para el avance de la misma, lo cual es fundamental pues evidencia la importancia de enseñarla de esta manera a sus estudiantes. Esto manifiesta un PFIQ:

“eso es lo interesante de este tipo de actividades, pues hacen cambiar las concepciones que se tienen, pues en este momento yo ya no pensaba la química como una ciencia que estudia la materia, sino, la química como una historia de la ciencia que ha sido construida en mucho tiempo”

Posterior a esto se establece la forma en que la minería en Colombia cobra importancia dentro del contexto educativo, de esta forma los PFIQ se organizan en grupos de acuerdo a los actores sociales mencionados anteriormente, y se dan a la tarea de identificar las diferentes áreas o conceptos científicos relacionados con la minería, de lo cual resalta la mineralogía y la geología principalmente, así mismo los aportes de la química y la física. Dentro de los aportes de la química los relacionan algunas de sus áreas como química ambiental, química inorgánica, electroquímica y fisicoquímica; se nombra también otras áreas como lo son la topografía, la fotografía y el diseño.

Esto va de la mano con los conceptos químicos que tienen relación con la minería tales como mezclas, métodos de separación de mezclas, propiedades de la materia, clasificación periódica, cambio físico y químico, reacciones químicas, procesos biogeoquímicos, química ambiental, análisis de suelo y agua; esto denota cómo a través de una actividad muy común como lo es la minería, se pueden abordar diversos conceptos químicos lo cual puede derivar en llevar de una manera diferente estos conceptos al aula de clase permitiendo así la comprensión de la dinámica científica.

Se destaca también de los trabajos realizados por los PFIQ la importancia del desarrollo minero a través de la historia, acompañado de las diferentes etapas de la historia de la humanidad iniciando desde las herramientas usadas por el homo erectus en el paleolítico y el calcolítico, para después llegar a la edad de cobre, bronce y hierro pasando por civilizaciones tan importantes como la romana, evidenciando relaciones entre la ciencia y la cultura; de la misma forma se resaltan los aportes que se realiza a la industria como el desarrollo tecnológico, dando paso al mejoramiento de los procesos industriales y su

tecnificación. Evidenciando que a medida que avanza la civilización y las sociedades de igual manera se generan desarrollos tecnológicos respecto a los procesos mineros y viceversa.

Con lo anterior podemos destacar que desde los fundamentos históricos de la minería se puede realizar una reflexión de tipo epistemológica sobre esta actividad, que, ambientada en la historia de la ciencia, tal y como lo menciona Adúriz-Bravo (2007), permita construir una imagen de ciencia donde se destaque los logros intelectuales y materiales de las ciencias naturales sin apartar sus limitaciones y aspectos éticos, y de esta forma sintonizar los contenidos disciplinares, pedagógicos y didácticos que reciben los profesores durante su formación.

Al momento de realizar la sesión de controversia se evidenciaron los diferentes puntos de inflexión tanto epistémicos como no epistémicos, en los cuales se centra la controversia sobre la minería en Colombia, los cuales se basaron inicialmente en reconocer los diversos tipos de minería, métodos de tratamiento de los minerales y el uso de agentes que puedan ser contaminantes para el medio ambiente.

De igual forma y siendo una base fundamental para el desarrollo de la propuesta, la identificación de los actores sociales que influyen y son influenciados por la minería, mostrando diversas interacciones y cuestionamientos sobre las políticas públicas y económicas, así como las ambientales y las de carácter social, lo cual permite una reflexión epistémica sobre el uso que se le da a los recursos naturales mediante la explotación con los procesos mineros, derivando en un análisis sobre las implicaciones e impactos que se dan no solamente en el medio ambiente, sino también teniendo en cuenta aspectos sociales, económicos e incluso políticos.

De esta forma se evidencia que los argumentos estructurados por los PFIQ, son usados como “una herramienta central de la ciencia para construir relaciones sustantivas entre modelos y evidencias” (Revel, Coulo y Adúriz-Bravo, 2005, pág. 1), que dan paso a la identificación de los diversos conceptos científicos aplicados a la extracción de los minerales e hicieron énfasis en aquellos relacionados con la química, de esta forma resaltaron la controversia científica como una herramienta que permite contextualizar las temáticas escolares que se abordan en las instituciones, permitiendo una visión diferente sobre lo que es la ciencia y la forma en que se construye.

CONCLUSIONES

La versatilidad de la controversia científica permite explicar la expansión del conocimiento científico, evidenciando que en la ciencia inciden varios factores determinantes, incluyendo lo social, político, económico y cultural, estableciéndose como el eje central de las diferentes reflexiones sobre los conflictos epistémicos que se dan en torno a los procesos científicos.

Las actividades realizadas permiten evidenciar que el desarrollo de una controversia permite abordar los conceptos científicos desde diversos ángulos, lo que fomenta el análisis reflexivo de la dinámica científica, en donde los profesores en formación reflexionan epistemológicamente sobre la forma en que comprenden y asimilan el funcionamiento interno y externo de la ciencia, siendo esto un aspecto importante dentro de los procesos de formación de profesores.

Incluir contenidos en donde se aborden las características de la actividad científica, situaciones de controversia originadas en la construcción del conocimiento científico y

aspectos relativos a la historia de la ciencia, genera un mayor interés hacia la actividad científica, y una mejor comprensión del desarrollo y la dinámica científica.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, J. A. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión Crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 121-140.
- Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Adúriz-Bravo, A., y Morales, L. (2002). El concepto de modelo en la enseñanza de la Física - consideraciones epistemológicas, didácticas y retóricas. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 19(1), 76-88.
- Bassols, A. (2002). La teoría de las controversias de Marcelo Dascal. Obtenido de Instituto de investigaciones filosóficas UNAM: www.filosoficas.unam.mx/~tomasini/ENSAYOS/Dascal.pdf
- Brante, T., y Elzinga, A. (1990). Science y Technology Studies. Obtenido de Science y Technology Studies: http://sciencetechnologystudies.org/system/files/1990_2_towardsa.pdf
- Dascal, M. (1997). *The focusing institute*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2013, de The focusing institute: http://www.focusing.org/apm_papers/dascal2.html
- Delgado, M., y Vallverdú, J. (Agosto de 2007). Valores en controversias: la investigación con células madre. *Revista CTS*, 3, 9-31
- Pabon, T., Muñoz, L., & Vallverdú, J. (2015). La controversia científica, un fundamento conceptual y metodológico en la formación inicial de docentes: una propuesta de enseñanza para la apropiación de habilidades argumentativas. *Educación Química*(26), 224-232.
- Ravanal Moreno, E., y Quintanilla Gatica, M. (2010). Caracterización de las concepciones epistemológicas del profesorado de Biología en ejercicio sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 111-124.
- Revel Chion, A.; Couló, A.; Erduran, S.; Furman, M.; Iglesia, P. y Adúriz-Bravo, A. (2005). Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra VII Congreso. [En línea] http://ensciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/material/comuni_orales/4_Procesos_comuni/4_1/Revel_737.pdf
- Sanmarti, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Síntesis educación.
- Vallverdú, J. (2005). ¿Cómo finalizan las controversias? Un nuevo modelo de análisis: la controversia histórica de la sacarina. *Revista CTS*, 2(5), 19-50.
- Venturini, T. (2009). Buceando en el Magma: Cómo explorar controversias con la teoría del Actor-Red. Recuperado el 27 de Abril de 2015, de http://www.brunolatourenespanol.org/00_cartografia_imagenes/Articulo%20Tommaso%20Venturini_traducccion.doc.

Hablando de ciencias a partir de novelas

Pau, I., Márquez, C., Marbà-Tallada, A.

Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales.

Universitat Autònoma de Barcelona.

Isabel.pau@uab.cat

RESUMEN

En esta comunicación se analizan las potencialidades de la lectura problematizada de una novela para la movilización de contenidos científicos. Nos basamos en la idea de que para promover la alfabetización científica es necesario que los alumnos participen en discusiones acerca de situaciones científicas socialmente significativas y de que el uso de narrativa de ficción puede mejorar la enseñanza de las ciencias. En concreto, se muestra el análisis de un debate realizado en torno a las situaciones planteadas en una novela con un grupo de 10 estudiantes de tercero de la ESO. Los resultados muestran que los alumnos se implican en la discusión movilizando conocimientos científicos. Concluimos que este tipo de experiencia promueve la implicación de los alumnos en situaciones complejas relacionadas con la ciencia. Pensamos que sus potencialidades radican en la elección de la novela, su problematización y la organización de la actividad oral y en grupos pequeños.

Palabras clave

Novelas, alfabetización científica, educación secundaria, biología humana, lectura problematizada

INTRODUCCIÓN

La experiencia que se analiza forma parte de una investigación más extensa que analiza el uso de las novelas como un recurso didáctico para promover la participación de los alumnos en las prácticas científicas de modelización, argumentación e indagación. La investigación quiere contribuir a alcanzar las prioridades del programa Horizon 2020 (<http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>) al analizar nuevas formas de plantear la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, en concreto la enseñanza y aprendizaje de las ciencias como práctica científica (Osborne, 2014). Consideramos que este marco no sólo promueve un alumnado más alfabetizado científicamente (OECD, 2013) sino que principalmente le estimula a participar de forma más significativa y crítica en las cuestiones sociales y cotidianas relacionadas con la ciencia.

En esta comunicación se analizan las potencialidades de la lectura problematizada de una novela para la movilización de contenidos científicos. En concreto, en la experiencia analizada se pretenden problematizar situaciones realistas presentadas en la novela que para ser argumentadas o valoradas científicamente requieren que los alumnos movilicen sus conocimientos. La novela, que plantea una situación relacionada con los trasplantes de órganos, permitirá activar conceptos relativos al funcionamiento del cuerpo humano (sistema nervioso y sistema inmunitario), la identidad humana y las enfermedades físicas, además de entender las relaciones que se establecen dentro del sistema cuerpo humano (American Association for the Advancement of Science, 2009). A continuación se detallan las premisas en las que se basa esta aproximación didáctica.

En primer lugar y de acuerdo con Sadler (2009) consideramos que en las clases de ciencias se deben presentar problemas de relevancia social conectados con la ciencia, involucrando así a los alumnos en discusiones acerca de cuestiones reales de la ciencia tal y como un ciudadano comprometido lo haría. Para lograr este objetivo los alumnos tienen que identificarse a sí mismos como personas capaces de participar en discursos socio-científicos y de opinar, utilizando ideas científicas, acerca de los problemas que afectan sus vidas.

En segundo lugar se considera fundamental promover entre los estudiantes la alfabetización científica, tanto en su sentido fundamental como en el derivado, ya que la lectura y la escritura son partes fundamentales de la ciencia. La alfabetización científica en su sentido fundamental se refiere no sólo a leer y escribir en un contexto científico, sino a comprender, interpretar, analizar y criticar textos científicos. Por otro lado, en su sentido derivado se refiere a que los alumnos sean conocedores del contenido científico (Norris y Phillips, 2003).

Finalmente, se parte de la idea de que el uso de la forma narrativa puede mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (Avraamidou y Osborne, 2009). En concreto, la lectura problematizada de álbumes de ficción realista puede ayudar a la modelización científica (Soudani, Héraud, Soudani-Bani, y Bruguière, 2015). En nuestro caso usamos novelas -obra literaria narrativa de cierta extensión- y entendemos por lectura problematizada una concepción didáctica dónde se involucre a los lectores a cuestionarse los problemas o situaciones presentados en la novela.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

A partir del debate realizado acerca de la lectura *Dónde esté mi corazón* (Sierra i Fabra, 2009) se pretende:

1) Analizar los conocimientos que los participantes movilizan al debatir acerca de situaciones de la novela relacionadas con:

- El trasplante y la función del corazón
- La elección del receptor y la compatibilidad en los trasplantes de órganos
- Los procesos pos-operatorios y de rechazo después de un trasplante de órganos

2) Analizar la opinión de los participantes acerca de la actividad

METODOLOGÍA

En esta comunicación se analiza el debate realizado con diez estudiantes acerca de la novela *Donde esté mi corazón* (Sierra i Fabra, 2009). Estos, leyeron la novela de manera autónoma – sin ninguna consigna previa- antes de participar en el debate liderado por la primera autora de la comunicación. Así, la experiencia se asimilaba a un club de lectura entendido como un grupo de lectores que leen un mismo libro para después hablar de manera informal acerca de él.

La actividad se llevó a cabo en un instituto de la provincia de Barcelona realizándose tanto la lectura como el debate en catalán. Al estar la experiencia planteada como una prueba piloto diseñada por las investigadoras y no por el profesorado del centro esta no se incluyó en el programa ordinario sino que se propuso como una actividad voluntaria - dentro del horario escolar- a los alumnos de tercero de la ESO.

El debate se estructuró en tres partes con una duración de una hora en total. En primer lugar se animó a los participantes a opinar de manera general acerca de la novela. En segundo lugar se promovió el debate en torno a las problemáticas de la novela. Finalmente se pidió la opinión de los participantes acerca de la experiencia.

La novela

Donde esté mi corazón (Sierra i Fabra, 2009) cuenta la historia de Montse una chica a quien recientemente le han trasplantado el corazón debido a una enfermedad. Durante el verano Montse se enamora de Sergio, un chico llegado recientemente a su pueblo. Montse y Sergio empiezan una relación pero Sergio se muestra muy cerrado respecto su pasado, hecho que provoca disputas en la pareja. Finalmente Montse descubre que Sergio fue al pueblo a conocerla ya que es a ella a quien le trasplantaron el corazón de Gloria, la ex-novia de Sergio, muerta en accidente de tráfico. Se descubre también que Gloria justo antes de morir le dijo a Sergio "estará allí donde esté mi corazón" motivo por el cual Sergio utilizó sus contactos para saber a quién le habían trasplantado el corazón de Gloria y fue a conocer a Montse. Además de estos personajes principales en la novela aparecen otros como el ex-novio de Montse, que no la apoyó durante la enfermedad porque tuvo miedo, o la familia de Montse, que aún se encuentran muy preocupado por el estado de salud de Montse. La novela fue elegida para la investigación siguiendo los criterios detallados en un trabajo anterior (Pau, Márquez, y Marbà-Tallada, 2016).

Oportunidades para la problematización científica

Para diseñar el debate se realizó un análisis *a priori* de la novela para detectar aquellas situaciones que al problematizarlas pudieran promover la movilización de conocimientos científicos. Concretamente se consideró que ciertas situaciones de la novela - detalladas a continuación- podían ayudar a activar conocimientos científicos acerca de los trasplantes: función del corazón, compatibilidad entre donante y receptor, procesos pos-operatorios y de rechazo del órgano trasplantado. Contenidos todos ellos presentes en el currículo de tercero de la ESO dentro del *Bloque 4: Las personas y la salud* (Ministerio de Educación Cultura y Deporte, 2014).

La primera problematización de la lectura se realiza a partir de la frase que da título a la novela "estará allí donde esté mi corazón". Preguntarse qué hay de cierto en esta frase permite discutir acerca de las funciones del corazón y de las "características" que se transmiten al receptor en un trasplante de corazón u otros órganos.

En segundo lugar se discute el hecho de que justamente quien reciba el corazón de Gloria sea también una chica, de su misma edad y de la cual Sergio también se enamora. Podemos continuar con la discusión anterior, acerca de si se enamora de Montse porque ella lleva el corazón de Gloria pero también podemos trabajar acerca de la compatibilidad y la elección del receptor del órgano. Es decir, se puede plantear qué características de las compartidas entre Montse y Gloria son casualidad y cuales vienen determinadas por motivos médicos. Concretamente, si la edad y el sexo son determinantes para que pueda haber un trasplante, o si otras características no descritas en la novela son también importantes.

Finalmente se discute acerca de la situación familiar descrita en la novela: que los familiares de Montse sigan muy preocupados por su salud permite reflexionar acerca del rechazo que pueden padecer los pacientes que han sido trasplantados y en los procesos pos-operatorios en general.

Análisis de datos

La sesión fue grabada y posteriormente analizada según los objetivos de la investigación. Para el primer objetivo se seleccionaron los fragmentos que hacían referencia a las diferentes situaciones presentadas anteriormente y para el segundo aquellos que hacían referencia a la opinión de los participantes. En el apartado de resultados se muestran algunos de estos fragmentos -traducidos del catalán al castellano por las autoras-. La investigación se inscribe en un paradigma interpretativo y utiliza la metodología de estudio de caso (Bisquerra, 2012) ya que el objetivo es describir en profundidad e interpretar una situación didáctica concreta.

RESULTADOS

Conocimientos movilizados

En relación al primer objetivo se presenta a continuación un análisis preliminar de los conocimientos movilizados. Este se organiza en función de los diferentes contenidos científicos que se pretendían trabajar con la novela respecto a los trasplantes: la función del corazón, el proceso de elección de un receptor y la compatibilidad y los procesos pos-operatorios y de rechazo.

El trasplante y la función del corazón

El hecho de que Sergio quiere conocer a la receptora del corazón de su ex-novia porque ella le dijo "estaré allí donde esté mi corazón" anima a los participantes a opinar acerca de qué harían ellos si se encontraran en una situación parecida. Destacamos a continuación un fragmento de esa discusión (tabla 1).

1 i. ¿Pero es porque es el corazón, o si le hubieran trasplantando el estómago también iríais a buscarlo? [...]	corazón, te enamoras con el cerebro..
2 i. Bueno, pues el estómago no, los pulmones.	20 x. Exacto, o sea es psicológico [...]
3 x1. El cerebro sí que lo iría a ver	21 x6. El corazón no piensa, que el corazón sólo bombea, ya está
4 x2. Es que el corazón, no sé, es muy diferente. [...]	22 x5. Ya pero bombeando te dice muchas cosas
5 x3. Que lo del cerebro, sería un poco así, porque tú no sabías cómo era la persona antes y entonces no tendría sentido mirar cómo es después de que le hayan puesto el cerebro.	23 x1. Ya pero lo que dice “x5”, porque cuando se acerca alguien que te gusta o algo, te pones nerviosa y el corazón empieza...
6 x1. Vale, pero.. ¿pensaría igual que..?	24 x. Porque es pensar en él
7 x5. ¿Pero no se puede trasplantar no, un cerebro? [...]	25 x. El cerebro si le pones a otro persona pues no pensará lo mismo [...]
8 i. Y ella, dice ¿si por ejemplo fueran los pulmones, lo iríais a ver? ¿Y es diferente que el corazón o no?	26 x. Hay algo, hay una conexión entre el corazón y el cerebro
9 x1. Porque es el órgano con el que respira	27 x. Ya
10 x3. No sé, es diferente..	28 x. Sí, hay una conexión
11 x5. Porque el corazón es la simbología del amor. [...]	29 x. Hombre claro hay una conexión entre el cerebro y entre todo, cuando tu cerebro piensa voy a mover el brazo pues mueves el brazo
12 x. Porque los pulmones no sienten realmente, yo creo	30 x5. Mira, ayer me iba a enrollar con un tío, pero mi cabeza me decía que no que aquel tío era un cabrón, pero mi corazón iba rápido, pero yo decía no. O sea el corazón también afecta mucho. [...]
13 x. Y el corazón sí	31 x. Que los sentimientos los tienes tú en el cerebro, no los tiene tu corazón
14 x. Me hace daño el corazón	32 x5. O sea ya, ya, se lo que queréis decir, pero no tío porqué...
15 x. El corazón se te rompe	33 x. No lo quieres aceptar?
16 x5. Te late más rápido cuando ves una persona...	34 x. Pero tú puedes seguir pensando que cuando ves una persona lo sientes también en el corazón
17 x. Yo no creo que el corazón tenga sentimientos ni nada, es un órgano y ya está, es un órgano como los pulmones	* i. indica que es la moderadora quien habla. Los participantes no identificados se indican con “x” y los identificados “xnum”.
18 x1. ¿Y entonces cuando te enamoras? [...]	
19 x. Cuando te enamoras, no te enamoras con el	

Tabla 1. Fragmento de transcripción (minutos 14:47 a 19:44)

Del fragmento anterior nos parece interesante destacar algunas intervenciones. Primeramente, la diferente argumentación que hacen en función del órgano trasplantado (líneas 2-4 y 8-13). Especialmente, es interesante ver cómo se exploran los mundos posibles (Soudani et al., 2015) imaginando un posible trasplante de cerebro (líneas 3-7). En segundo lugar destacamos la discusión acerca de la función del corazón en general y de su papel en el enamoramiento en particular. Vemos como algunos participantes consideran que "el corazón siente" (línea 13), basan sus afirmaciones en experiencias (línea 16) y expresiones cotidianas (líneas 14-15). Se observa que estas experiencias cotidianas son un obstáculo para construir un modelo adecuado del sistema nervioso. Posteriormente en las líneas 19-21, 25-29 y 31 unos participantes intentan hacer comprender la conexión entre el cerebro y el corazón al resto de participantes, pero es notable la resistencia que se muestra al cambio (líneas 31-34).

En la discusión se ponen de relieve muchas ideas previas acerca de la función del corazón, relacionándolo con los sentimientos. Además, los resultados coinciden con la literatura del tema al mostrar las dificultades de los estudiantes en concebir el cuerpo como un sistema y de entender el papel del cerebro en el control de los actos involuntarios (American Association for the Advancement of Science, 2009). Por ejemplo cuándo les cuesta entender la relación entre el aumento de la frecuencia cardíaca y el cerebro.

La elección del receptor y la compatibilidad en los trasplantes de órganos

Al hablar acerca de si el protagonista hizo bien en ir a conocer la receptora del trasplante los participantes consideran que uno de los motivos por los que ellos irían a conocer el receptor sería por descubrir "si es una buena persona". A partir de ahí se introduce la temática de la elección del receptor y se les pregunta como creen que se decide quién es el receptor de un órgano a lo que responden demostrando cierto conocimiento del tema: "por lista", "por edad", "por la gente que está esperando", "por si son compatibles", "por la sangre". Se vuelve a discutir del tema cuando más concretamente se les plantea que analicen la ficción para pensar que características de las que comparten Gloria y Montse son casualidad. Ilustramos la discusión con el siguiente fragmento (tabla 2).

<p>35 i. ¿También se podría haber encontrado que era un hombre de 50 años quienes llevaba el corazón, no?</p> <p>36 x. Ya</p> <p>37 x. Pero por edad y esto...</p> <p>38 x5. Ya no lo hubiesen explicado [...]</p> <p>39 i. Porque...¿creéis que de chica siempre pasa a chica o puede pasar a chico?</p> <p>40 x. No</p> <p>41 x. Puede pasar a chico, ¿no?</p> <p>42 i. ¿Qué es más importante qué que sea chico o chica?</p> <p>43 x7. No, porque tiene los genes, supongo..</p> <p>44 x. No</p> <p>45 x. La sangre</p> <p>46 x7. Sí, ¿eh? Yo creo que sólo se puede pasar de tía a tía y de tío a tío</p> <p>47 x. No tiene porqué..</p> <p>48 x5. O no.</p> <p>49 x7. Porque hay células...</p> <p>50 x5. En el corazón no hay células</p> <p>51 x. En el corazón no hay [...]</p> <p>52 i. Tú decías que sí, que el chico tenía que pasar a un chico, el corazón, ¿el órgano de un chico tiene que pasar a un chico o puede pasar a una chica?</p> <p>53 x. Yo creo que a un chico y ya está</p> <p>54 x. Yo creo que a los dos</p> <p>55 x5. Yo creo también a los dos, porque el corazón sólo palpita, ¿no?</p> <p>56 x. Claro, es un corazón que tiene sangre y ya está</p> <p>57 x. Pero yo creo que por ejemplo un hombre de 50 años no tiene la misma proporción que una mujer de 50 años, entonces tiene que ser de un hombre a un hombre [...]</p> <p>58 i. Por tema de genes ¿qué creéis?</p> <p>59 x. Yo creo que sí, [...]</p> <p>60 x. No, porque por ejemplo los grupos de la sangre...no hay...</p>	<p>61 x. ...no hay grupos de chicos y grupos de chicas..</p> <p>62 x. Pero los tíos tienen células...hormonas masculinas...</p> <p>63 x. Pero que en el corazón no hay células...</p> <p>64 x. Hormonas masculinas y hormonas femeninas</p> <p>65 x. Pero es que en el corazón no hay células...es sólo bombear sangre</p> <p>66 x. El corazón lo único que hace es sacar sangre [...]</p> <p>67 x8. Yo creo que es igual, lo que cuenta es la medida y que sean compatibles</p> <p>68 i. ¿Compatibles en qué?</p> <p>69 x. Quizás un hígado sí que [no se entiende]</p> <p>70 x. No sí, un hígado sí, pero un corazón no</p> <p>71 x8. Que tengas el mismo grupo sanguíneo, y que se aseguren que no rechazará el cuerpo el corazón, porque claro sino...</p> <p>72 i. Y vosotros decías, ¿qué decíais? ¿qué el hígado sí pero el corazón no?</p> <p>73 x. Quizás otra cosa sí...un riñón por ejemplo hay parejas que cuando son mayores hay no sé, que se saca un riñón para pasárselo al otro, o sea yo creo que sí que puedes pasar de hombre a mujer [...]</p> <p>74 x. Yo decía que vi una película donde una hijo daba a su padre un trozo de intestino, o sea esto es igual, pero también creo que es más genética y cosas de estas, porque por ejemplo, no le puedes dar a una persona, creo ¿eh?, no sé, que sea 0+ a una persona que sea 0-. Por ejemplo, creo ¿eh?, No sé</p> <p>75 x. Hombre claro, esto no se puede</p> <p>76 x. Esto es genética también</p> <p>* i. indica que es la moderadora quien habla. Los participantes no identificados se indican con "x" y los identificados "xnum".</p>
---	--

Tabla 2. Fragmento de transcripción (minutos 21:21 a 25:45)

En un primer momento es interesante ver cómo los alumnos son capaces de plantearse qué tiene sentido en la realidad y qué tiene sentido en la ficción. Es decir hay argumentos que en la ficción no son válidos (si hubiera sido un hombre de 50 años quien hubiera

recibido el corazón ya no habría trama) pero que nos sirven igualmente para plantearnos la realidad (líneas 35-39).

Por otro lado vemos que la idea de compatibilidad que parecía clara en un principio ya no lo es tanto cuando se plantean si se pueden trasplantar un órgano, especialmente el corazón, de un hombre a una mujer. Algunos consideran que sí que es posible ya que lo importante es el grupo sanguíneo o que la medida sea parecida (líneas 45, 54, 67, 71). Otros consideran que no sería posible debido a los "genes" y a las "hormonas" (líneas 43, 46, 49, 62, 64) aunque algunos le rebaten que no es problema porque "en el corazón no hay células" (línea 50-51,63) y el "corazón sólo palpita y tiene sangre" (líneas 55-56). La discusión prosigue y vemos que igual que en el fragmento anterior dan diferentes opiniones según el órgano, ya que consideran que el tipo de trasplante a nivel de compatibilidad es diferente en el hígado que en el corazón (líneas 69-70). Como en el caso anterior también recurren a experiencias cotidianas para argumentar "hay parejas que se dan el riñón" (línea 73) o proveniente de películas (línea 74).

En general, en este fragmento se observa que aunque los participantes tienen experiencias de la vida cotidiana que les ayudan a argumentar sus opiniones les cuesta movilizar sus conocimientos científicos. Aunque en este fragmento (línea 74) y en algún otro momento del debate verbalizan sus conocimientos acerca de la compatibilidad de los grupos sanguíneos les cuesta aplicarlo en esta situación y movilizar un modelo de sistema inmunitario más amplio. Adicionalmente el hecho de hablar de chicos y chicas hace que recuperen conceptos más ligados a la herencia o la reproducción ("genes" o "hormonas") hecho que no les ayuda a argumentar científicamente. Además, les induce a expresar errores con tal de validar la argumentación – no es problema porque en el corazón no hay células-.

Los procesos pos-operatorios y de rechazo en los trasplantes de órganos

Finalmente se quería hacer reflexionar a los participantes acerca del proceso pos-operatorio y de los riesgos asociados a un trasplante. Los participantes argumentaron que la familia estaba preocupada debido a "el miedo de haber perdido a esa persona" y no hicieron referencia a los riesgos. Cuando específicamente se les preguntó por los riesgos consideraron los siguientes: "no podrá correr"/ "puede ser que el cuerpo rechace el corazón"/ "que no lo acepte"/ "que no encaje". Es decir mostraron un conocimiento de los riesgos asociados a un trasplante pero no movilizaron específicamente los conocimientos acerca del sistema inmunitario.

La opinión de los participantes

En relación al segundo objetivo, referente a la opinión de los participantes, se pusieron de manifiesto tres aspectos. El primero fue que era necesario hacer actividades para provocar esta reflexión en torno a las ciencias ("yo creo que a nosotras sí que nos ha servido porque hemos venido aquí y hemos estado hablando, pero normalmente lees un libro, lo lees y ya está"). Por otro lado el hecho que la actividad propuesta fuera grupal y de manera oral les pareció bien.

En segundo lugar se debatió acerca de lo que habían aprendido. Alguien considera que con el libro no ha aprendido nada nuevo ("lo que se trasplantan órganos ya lo sabías de antes, por lo tanto tampoco has aprendido nada nuevo") aunque otros participantes sí que consideran que han aprendido pero de manera inconsciente ("yo creo que sí aprendes pero inconscientemente, o sea que quieras o no te has leído el libro y que no sé...te hace pensar...y aunque no...pues aprendes"). Otros plantean el hecho de que se han hecho

preguntas pero que no conocen las respuestas (“hemos aprendido porque hemos dicho todo lo que pensamos pero no sabemos si tenemos razón o no”) aunque justamente para otras es lo que les ha despertado la curiosidad (“he aprendido una vez me han hecho preguntas acerca de si un chico puede recibir el órgano de un chico y por culpa de esto hoy lo buscaré”). Finalmente se plantearon el hecho de que a lo mejor la lectura de este libro podría hacer que a alguien que no le gustaran las ciencias le gustaran más y consideraron que podría ser que sí.

A partir de las opiniones de los participantes podemos ver como la actividad ha tenido una buena aceptación y también la importancia de problematizar la lectura y hacer actividades entorno a ella. Además se intuye la importancia que pueden tener este tipo de actividades para despertar la curiosidad hacia las ciencias de los alumnos que las encuentran inaccesibles (Gilbert, Hipkins, y Cooper, 2005). Por otro lado se percibe la necesidad de desarrollar más la actividad para ayudar los alumnos a mejorar sus explicaciones y que no se queden solo con las "preguntas".

CONCLUSIONES

La experiencia analizada muestra como la lectura problematizada de la novela *Dónde éste mi corazón* (Sierra i Fabra, 2009) permite a los alumnos involucrarse en una situación compleja relacionada con la ciencia y de significación social (Sadler, 2009). Los participantes se plantearon problemas complejos a partir de las situaciones de la novela que integraban tanto temas científicos como sociales a la vez que activaban algunos de sus conocimientos científicos. Por este motivo consideramos que las novelas pueden ser una herramienta útil para presentar a los alumnos una visión de la ciencia compleja y real parecida a la que se van a encontrar como ciudadanos (Sadler y Zeidler, 2009). Por otro lado los resultados también muestran que si se quiere profundizar en las temáticas planteadas es necesario dedicar más tiempo y diseñar actividades para ayudar a los alumnos a fundamentar científicamente sus razones.

Finalmente, pensamos que las potencialidades de la propuesta recaen en la elección de la novela y su problematización de manera oral y en pequeños grupos, que permite la expresión de las propias ideas y la interacción entre los participantes. Abogamos por la inclusión de este tipo de propuestas en el enseñanza formal proponiendo aprovechar las "horas de laboratorio" en las que un profesor se ocupa de la mitad de los alumnos para promover prácticas de este tipo. De esta manera tal y cómo dijo una de las participantes "a mi la ciencia no es que me guste mucho, pero ahora que hemos estado hablando de eso...pues..." a lo mejor consigamos que todos los alumnos se vean capacitados para hablar de ciencia de una manera natural, espontánea y fundamentada.

AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada en el marco del grupo *LIEC* financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (referencia EDU2015-66643-C2-1-P y BES-2013- 063436). El *Grup LIEC* forma parte del grupo *LICEC* (referencia 2014SGR1492).

BIBLIOGRAFÍA

American Association for the Advancement of Science. (2009). Benchmarks. Último acceso el 25 de Febrero de 2016 desde <http://www.project2061.org/publications/bsl/>

Avraamidou, L., y Osborne, J. (2009). The Role of Narrative in Communicating Science. *International Journal of Science Education*, 31(12), 1683–1707.

- Bisquerra, R. (2012). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: Editorial La Muralla.
- Gilbert, J., Hipkins, R., y Cooper, G. (2005). Faction or fiction: Using narrative pedagogy in school science education. In *Redesigning Pedagogy: Research, Policy, Practice Conference*, Nanyang University Institute of Education.
- Ministerio de Educación Cultura y Deporte. (2014). Real Decreto 1105/2014. *Boletín Oficial Del Estado*, 169–546.
- Norris, S. P., y Phillips, L. M. (2003). How Literacy in Its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy. *Science Education*, 87(2), 224–240.
- OECD. (2013). PISA 2015 Draft Science Framework.
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25, 177–196.
- Pau, I., Márquez, C., y Marbà-Tallada, A. (2016). Choosing novels to promote scientific literacy at secondary school. In J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto, y K. Hahl (Eds.), *Science Education Research: Engaging learners for a sustainable future*.
- Sadler, T. D. (2009). Situated learning in science education: socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1–42.
- Sadler, T. D., y Zeidler, D. L. (2009). Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: Assessment for progressive aims of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 909–921.
- Sierra i Fabra, J. (2009). *Donde esté mi corazón*. Barcelona: Edebé.
- Soudani, M., Héraud, J.-L., Soudani-Bani, O., y Bruguière, C. (2015). Mondes possibles et fiction réaliste. Des albums de jeunesse pour modéliser en science à l'école primaire. *Recherches En Didactique Des Sciences et Des Technologies*, 11, 135–160.

Modelo en la enseñanza de la química del mar

¹Quintero, N., Quitian, J., Rojas, N. D.

Observatorio Pedagógico. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad De Ciencias y Educación-Licenciatura en Química. Bogotá-Colombia.

Inkquinterol@correo.udistrital.edu.co

RESUMEN

Se propone a través de la modelización de un jardín químico, el contexto del mar, para reflexionar sobre la comprensión de fenómenos de la ciencia, ya que es en este sentido en el que el estudiante no relaciona dichos conceptos con lo que ocurre en la vida cotidiana, lo que será factor para que se aleje de ésta y de su propósito de explicar lo que ocurre en el entorno. Por ello, a partir de la investigación en la enseñanza de la química, se realiza una experiencia en el aula con estudiantes entre 12-13 años, del grado séptimo de bachillerato en el colegio Rafael Uribe de la localidad del Tunal en Bogotá-Colombia, donde se demuestra por medio de la transposición didáctica, la obtención de aprendizaje significativo, evaluado a través de la construcción de corales a partir de sales, que representan un modelaje de la química que ocurre en el mar.

Palabras clave: Química, mar, transposición didáctica, modelos.

INTRODUCCIÓN

La ciencia es una manera de ver el mundo y la vida es su propio laboratorio, por tanto lo que se conoce como fenómenos naturales se explican a través de representaciones y aproximaciones a través del estudio de las ciencias naturales, es por esta razón que la enseñanza de las ciencias son base fundamental para la construcción de conocimiento y de estructuras lógicas que relacionen el contexto real y en este caso, el de la química, cuya delimitación por parte del profesorado, son causas del cáncer profesoral y del decaimiento en el estudio de ciencias y por ende de la desmotivación de la enseñanza de las mismas.

Cuando se menciona que la ciencia es representacional se retoma a Antonio Chamizo, quién rectifica que lo que conocemos del mundo son los modelos que se construyen del mismo, con la intención de hacer predicciones de su comportamiento, lo cual es racional y coherente a lo que percibimos. Lo anterior fue motivo de indagación y estudio, para diseñar un material adecuado que tuviera un conocimiento teórico y se pudiese poner en marcha desarrollando estrategias y actividades que dieran a conocer que es posible aprender la química en contexto y por supuesto con temas que no son conocidos directamente por el estudiantado, pero de los que se ha escuchado hablar o incluso visto, sin justificar un método como el positivismo lógico. Por el contrario, se construye y se relaciona la química del mar, (fenómenos, características, propiedades químicas, conceptos de concentración, elemento químico y composición) con el modelo didáctico de un jardín químico, no como un trabajo o curso de recopilación de investigaciones epistemológicas ni filosóficas, sino con el objetivo de rescatar la creatividad por la pedagogía de la pregunta y por la curiosidad, con el objetivo del aprendizaje significativo con modelos que se ajustaran a un lenguaje particular pero cuya intención fuese superar la dificultad de comprensión de la química.

Todo lo mencionado anteriormente busca caracterizar la ciencia fuera de lo dogmático y estático evitando dichos factores para que la química no sea lejana para los estudiantes.

La ciencia y la enseñanza lo que necesitan estrictamente, como lo recoge la secretaría de Educación Pública de Brasil es: "La enseñanza de las ciencias debe ir acompañada por una formación de recursos humanos acorde con los nuevos tiempos y que no recoja únicamente las discusiones sobre su importancia sino también experiencias de los docentes en su construcción e implementación". Por ello se debe tener como principal objeto llevar la teoría a la práctica por medio de la experiencia en el aula, para lo cual se necesita de docentes reflexivos tanto en la parte disciplinar como profesional.

Por tanto, la estructura del trabajo se basa principalmente en la validación experimental y recopilación teórica de los modelos en la enseñanza de las ciencias naturales, tomando como eje de referencia las elaboraciones de José Antonio Chamizo y Alejandra García Franco quienes son coordinadores y competentes en el fundamento de que la enseñanza de una ciencia en general, se necesita un saber disciplinar-profesional.

Finalmente las estrategias de orientación son la elaboración de una secuencia de actividades relacionadas con un contexto que sirviese de "enganche" para la explicación de conceptos químicos, abordando preguntas como: ¿Por qué el agua de mar es salada? o ¿De dónde viene el agua de mar? y ¿Qué pasaría si el agua de mar no fuese salada?, para poner en marcha un proyecto dirigido a estudiantes de grado séptimo del colegio Rafael Uribe de la localidad del Tunal implementando una unidad didáctica, tomando los diseños de modelaje y recopilando una experiencia con dificultades, errores y éxitos que se demostrarán en el cuerpo del trabajo.

METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE LA QUÍMICA DEL MAR

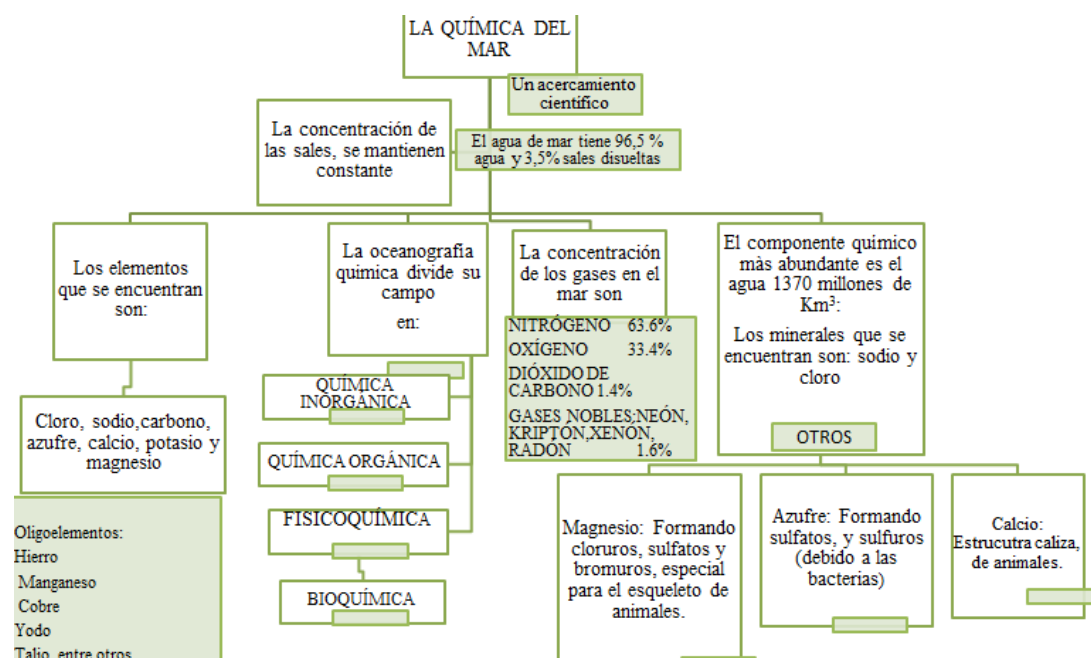


Figura 1. Mapa conceptual Química del Mar. Fuente propia

Inicialmente se considera la trasposición didáctica para poder seleccionar y definir aquellos conceptos sobre la química del mar que se pretenden introducir a partir de la construcción del jardín químico como una analogía que establezca una relación cercana

al contexto en el cual se encuentran los estudiantes y poder generar un conocimiento científico dentro de la experiencia escolar.

Para ello se plantean dos esquemas: la imagen 1 corresponde a un mapa conceptual que hace referencia a aquellos parámetros que componen la química del mar; y la imagen 2, menciona los temas desde los cuales se puede abordar la temática de química del mar desde los equilibrios físico-químicos que hacen parte de este hasta su composición e influencia en los fenómenos bioquímicos.

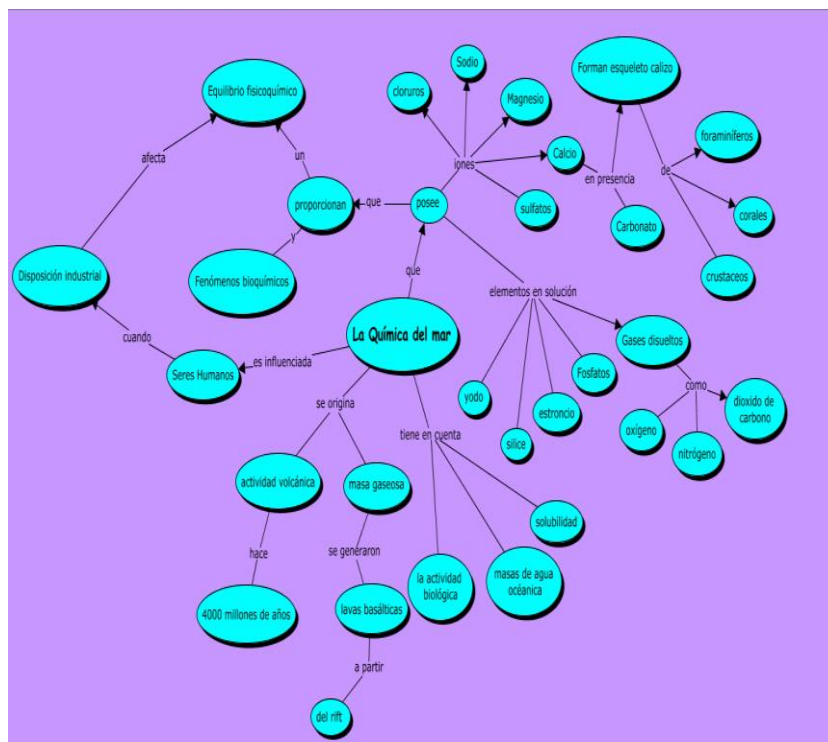


Figura2. Red de ideas Química del Mar. Fuente propia.

Teniendo en cuenta que la enseñanza implica la selección, organización y secuenciación de los contenidos o temáticas a tratar se establece un modelo de la química del mar que involucre las ideas previas de los estudiantes para adecuar los conocimientos previos y generar un aprendizaje significativo acorde al contexto de enseñanza-aprendizaje que se desea llevar a cabo. Para esto se establecen ciertos criterios de secuenciación que implican un proceso de modelización de la pregunta ¿qué pasaría si el agua de mar no fuera salada? en donde se hace referencia a ciertos tópicos planteados por parte de los investigadores para posteriormente dar una respuesta en relación con las temáticas expuestas en las imágenes 1 y 2. En la imagen 3, se plantea un conjunto de cuestiones orientadas a profundizar en el análisis de propuestas de contenidos implícitas en cada una de las preguntas para la enseñanza de la química del mar, en donde se identifiquen los conocimientos previos, el establecimiento de problemas y su relación con las temáticas tratadas.

Teniendo en cuenta que los modelos son representaciones, basadas generalmente en analogías, que se construyen contextualizando cierta porción del mundo con un objetivo específico (Chamizo, 2010) es importante considerar que el jardín químico estudiado implica la construcción de una porción del mundo que permite contextualizar el estudiante sobre las temáticas que se pretenden enseñar, de manera que la explicación se convierte en una de las características más significativas de las ciencias (Bailar, Jones,

2002). De acuerdo con lo expuesto anteriormente la analogía del jardín químico con el mar corresponde a un modelo material que puede ser didáctico según el contexto en el cual se desarrolle, en este caso un salón de clases. Esto conlleva a realizar una trasposición didáctica para que sea posible el aprendizaje del conocimiento científico por parte de los estudiantes (Chevallard, 1997).

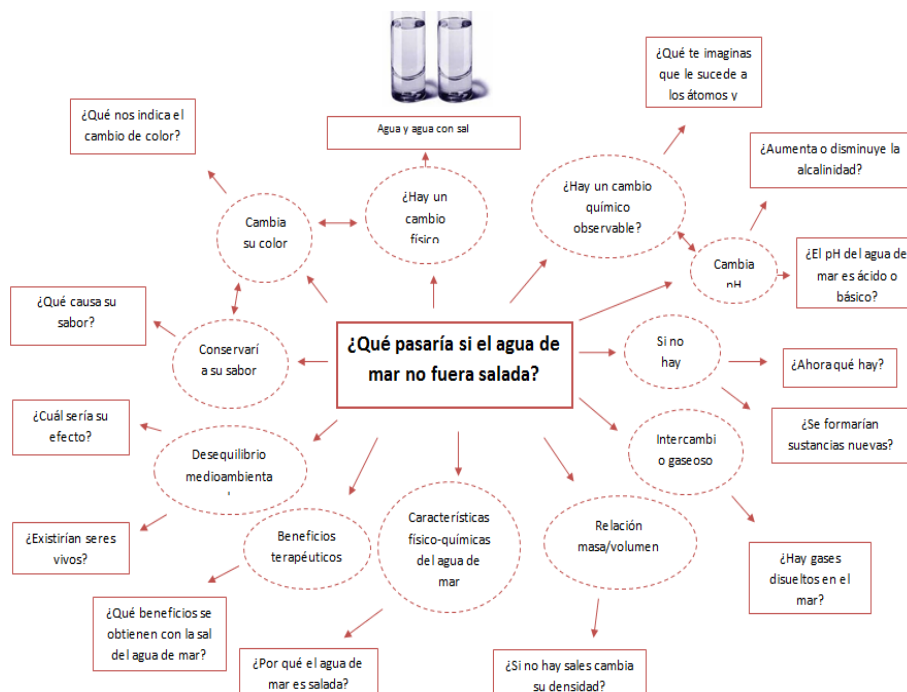


Figura 3. Planteamientos sobre la química del mar. Fuente propia.

Es decir, que el modelo material (Jardín químico), reconocido como un prototipo (Chamizo, 2010) permiten comunicarnos con los estudiantes y acercarnos a través de un lenguaje científico, como el de la química del mar, en donde se investigue sobre la ciencia escolar teniendo en cuenta que este corresponde a aquellos conocimientos construidos y elaborados en el entorno escolar (Izquierdo *et al*, 1999; Izquierdo y Aduriz, 2003).

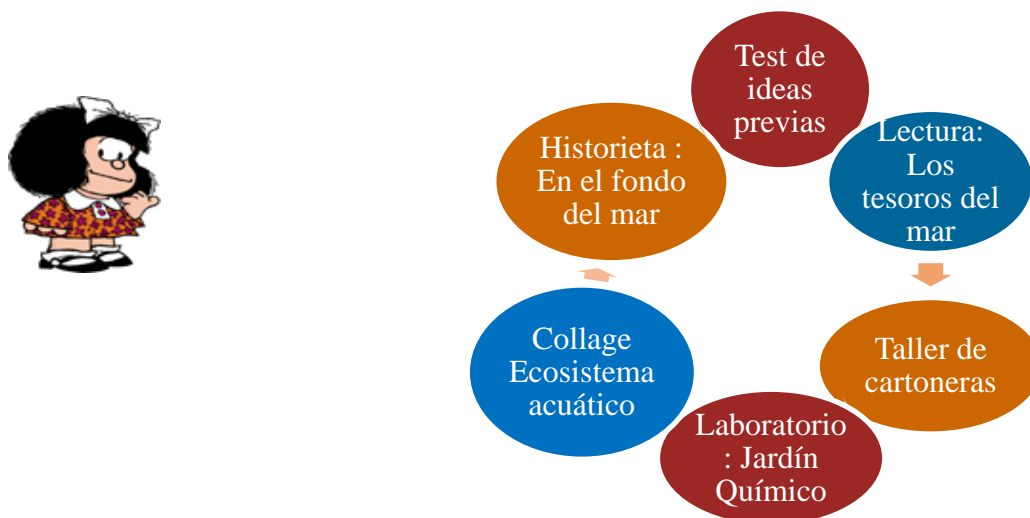


Figura 4. Metodología para la construcción de modelos química del mar. Fuente propia.

Construcción Unidad Didáctica: Modelaje Química del Mar

Estas guías, actividades y laboratorios tienen como fin, situar al maestro hacia qué preguntas y procedimientos se deben realizar para abordar algunos temas relacionados con el mar, como lo son sus cambios físicos y químicos.

Es importante resaltar que este protocolo de guías está organizado de manera inductiva y como primera unidad se incluirán los temas enfocados en el eje central a trabajar, la química del mar, con la pregunta ¿qué pasaría si el mar no fuera salado? . El contexto en el cual se desarrollaran los procesos enseñanza- aprendizaje será el jardín químico y en una segunda medida se evidenciarán el uso de las bitácoras, que se realizan a partir del taller de cartoneras, (Producción de recopilación propia de Argentina), en donde los estudiantes van a plasmar libremente sus ideas a partir de lo aprendido a lo largo de la intervención didáctica. Esta intervención, además, incluye guías y actividades propias sobre la caracterización química del mar, su estado ecológico y su definición; también se incluyen las preguntas de ideas previas como indicaciones y parámetros que serán la base para la realización de las actividades.

Unidad 1. Test de ideas previas

1. ¿Por qué crees que el agua de mar es salada?
2. ¿Consideras que si el agua de mar no fuera salada, habrían peces?
3. ¿Qué beneficios se obtienen con el agua de mar?
4. ¿Consideras que hay gases disueltos en el mar?
5. Dibuja o representa con un diagrama los componentes químicos del mar.
6. **Actividad en grupos.** Descubrir el contenido de los vasos. ¿Es posible reconocer su contenido a partir de los sentidos? (Vaso con agua y vaso con agua y sal).
7. **Realicé la lectura :**”Los tesoros del mar”

FRAGMENTO LOS TESOROS DEL MAR¹

La composición química del agua del mar a menudo es descrita a base de fantasías, que a veces parecen trabajos escritos por alquimistas, es decir, los químicos de la Edad Media que, dejándose arrastrar por su imaginación, la describen compuesta por toneladas de metales preciosos. Sin embargo, si estos metales no son, por el momento, aprovechados por el hombre, la sal que el océano contiene, sabor que pueden apreciar todos los que la prueban, ha sido altamente utilizada a través de la historia, por lo que su valor es infinitamente superior al que podrían tener los metales.



Figura 5. Lectura *Los tesoros del mar*, en cartoneras de los estudiantes de séptimo. Fuente propia.

¹ Cifuentes, L. Torres, M. (1986). El océano y sus recursos II, Las ciencias del Mar: Oceanografía geológica y oceanografía http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/12/htm/sec_18.html.

El agua de los océanos no es pura, sino que contiene en solución una gran variedad de elementos y compuestos químicos llamados sales. Las sustancias disueltas en el agua llegan a ella a través de una serie de procesos físicos, químicos y biológicos, encargada de determinar las propiedades químicas del agua oceánica.

Estos compuestos se encuentran en cantidades más abundantes, proporcionan al mar sus características especiales de salinidad, desempeñan un papel muy importante en los equilibrios fisicoquímicos y en los fenómenos bioquímicos del medio marino. Las sales disueltas en el océano constituyen casi 50 billones de toneladas y están formadas por 10 elementos principales por encontrarse en mayores proporciones: cloro, sodio, magnesio, azufre, calcio, potasio, bromo, estroncio, boro y flúor.

Elemento químico presente	Toneladas milla ³ de agua de mar
Cloro	89 500 000
Sodio	49 500 000
Magnesio	6 400 000
Azufre	4 200 000
Calcio	1 900 000

Tabla No.1. Elementos principales que se encuentran en toneladas en milla cúbica de agua de mar. Fuente: Fondo de Cultura Económica S.A.

Los oceanógrafos, estudian los océanos, no sólo para entender los interesantes problemas científicos que se plantean en su estudio, sino con el afán de contestarse preguntas como: ¿hay alguna esperanza de que se pueda utilizar la abundancia de elementos químicos disueltos en el agua del mar en beneficio del hombre? Los estudiosos del mar darán algún día la respuesta a preguntas como: ¿hay alguna esperanza de que se pueda utilizar la abundancia de elementos químicos disueltos en el agua del mar en beneficio del hombre? Los estudiosos del mar darán algún día la respuesta.

UNIDAD 1.1 DISEÑO DE LA BITÁCORA

Todas las actividades propuestas dentro del proyecto, irán en una **bitácora** que según el autor Gutiérrez, Ruiz. Et. Al (2008), será relevante para las anotaciones individuales del estudiante por supuesto su aprendizaje.

GUÍA 1. TALLER DE CARTONERAS



<i>Materiales</i>	<i>Productos</i>	<i>¿Por qué el mar es salado?</i>	<i>Resultados</i>
Un recipiente transparente de vidrio	Silicato sódico (“vidrio líquido”)	Se mezcla en recipiente 100ml de silicato de sodio, colorante azul y agua.	Finalmente se obtiene el modelo químico del mar con la formación de sales que se relacionan con el contexto real, simulando un coral con formas curiosas: “blancas Ca (II), moradas (Co (II)), verdes de (Ni (II)) y marrón (Fe (II)).
una probeta	Agua	Se pesa 0.5 g de sales indicadas, se prepara el modelo químico: Se coloca arena para que sedimente y aparezca sin turbidez.	
Un mortero	Arena		
Vidrios de reloj	Sales minerales, como: sulfato ferroso, sulfato cúprico, cloruro de cobalto, sulfato de níquel, nitrato cálcico, sulfato de manganeso, cloruro férrico	Se depositan sales y se espera hasta obtención de coral por silicatos metálicos.	
Tubos de ensayo			

Figura No.6 y 7. Taller de cartoneras y construcción del modelo: jardín químico. Fuente propia

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De acuerdo a las herramientas teóricas y prácticas que fueron necesarias para generar un modelo explicativo sobre la enseñanza de la química del mar, es evidente el uso de las analogías para la simplificación del modelo complejo, evitando así, una modalidad de aprendizaje memorístico, en donde el alumno oculta sus propias ideas sobre la situación. Sin embargo, es evidente que la utilización de diferentes tipos de representación del conocimiento y la falta de asociación de los nuevos conceptos con otros conocimientos significativos por parte de los estudiantes de bachillerato, favorecen la visualización de conceptos abstractos, de manera que, con la participación activa del estudiantado durante la intervención didáctica, se generaron conceptos precisos y cercanos a lo que se pretendía enseñar.

Lo trascendental durante esta experiencia, fue utilizar un modelo que relacionara un contexto, para muchos conocido y para otros idealizado, con respecto al mar, utilizando la química con el objetivo cumplido de generar capacidades para resolver problemas, reflexionar qué sucede con respecto a la composición del mar y generando un cambio conceptual. Por otra parte, usando comprensivamente instrumentos y modelos como el jardín químico, se utilizó éste como construcción de representaciones para la explicación de fenómenos empleando lenguajes científico, en el cual los estudiantes, a pesar de tener dificultades como indisciplina, atención y de vacíos conceptuales, lograron emplear la ciencia para crear hipótesis de lo que se llevaría a cabo al agregar sulfato de cobre, en vez

de sulfato ferroso y juzgarlos desde su punto de vista, lo que se diferencia en gran medida con el test de ideas previas, en el cual sus respuestas generaban confusiones y en gran parte respuestas escogidas por sentido común, sin dejar atrás el mismo modelo pedagógico tradicional de preguntar al profesor su opinión para transcribirla.

Con relación a lo anterior, los estudiantes lograron cuestionar las interpretaciones de los mismos orientadores, cuyo objetivo principal de este modelo es la ampliación y divulgación con el fin de emplear los conocimientos para facilitar a los docentes dicho modelo y poder continuar progresivamente la aplicación de la unidad didáctica, generando aprendizaje y superación de dificultades en el aula de clase.



Figura No.8. Resultados modelo jardín químico

Semejanza entre el modelo y la realidad	Diferencias entre el modelo y la realidad
El jardín químico permitió modelar las sustancias salinas que existen en el mar, junto con la diversidad de comportamiento de cada una de éstas, teniendo en cuenta su naturaleza química, evidenciada en el tipo de coloración al contacto con la solución acuosa de salicilato de sodio.	Es importante resaltar en los estudiantes, la diferencia existente entre el modelo real y la representación experimental, siendo eficiente la utilización de conceptos científicos los cuales ellos mismos usaron al terminar la experiencia para justificar qué fenómeno ocurrió en el jardín químico.

Tabla No. 2. Semejanzas y diferencias entre el modelo y la realidad de la química del mar.

Finalmente se quiere con el proyecto utilizar herramientas tanto pedagógicas como científicas que impliquen mejorar el aprendizaje en ciencias, no obstante, es trascendental que se vea afectado por las circunstancias culturales, sociales y económicas. Además, fue evidente un porcentaje muy bajo de estudiantes que tenían el deseo de conocer y aprender al inicio.

Lo anterior sería posible al mantener el verdadero concepto de escuela, porque es inevitable que con una práctica de éste estilo la curiosidad natural del ser humano, no sea motivada, aunque realmente la aventura de la ciencia y el conocimiento se ve opacado por los contextos sociales, este espacio debería utilizarse para construir, y disfrutar de ese mismo conocimiento que fue precisamente lo que nos permitió el jardín químico, para

no usar netamente un lenguaje simbólico con tablero, sino abrir lenguaje para abrir espacios de crítica, interpretando, argumentando y proponiendo, que en esencia dicho laboratorio donde crecen las sales formando complejos con el silicato, se interpreta a partir de lo que se experimenta, se justifica cuando se responde el cómo se relaciona con el contexto de mar real y se propone, al realizar cada estudiante en grupo su propio modelo químico del mar, dejando aún lado el contexto agobiante en el que viven para observar la ciencia inmersa en su pensamiento, lo que concluye con una gratificación como docente en formación de esta ciencia química.

BIBLIOGRAFÍA

- Ausubel, D., Hanesian, H. Novak, A. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México D.F: Trillas.
- Chamizo, J.A. (2000). *Esencia de la química. Reflexiones sobre filosofía y educación. Enseñanza de la química*. 13-25. Último acceso el 20 de febrero de 2016 desde [Http://depa.pquim.unam.mx/SHFQ](http://depa.pquim.unam.mx/SHFQ).
- Chamizo, J.A. (2007). *La esencia de la química, reflexiones sobre filosofía y educación. D.R. Universidad Autónoma de México, Ciudad Universitaria*, 04,(15),5-45. México, D.F. Último acceso el 15 de febrero de 2016 desde: www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21735/21569.
- Chamizo, J.A. (2009). *Filosofía de la química: I. Sobre el método y los modelos. Educación Química*. Volumen 1. Página (20), 6-11. México D.F.
- Chamizo, J.A., García, A. (2010). *Modelos y modelaje de las ciencias naturales. D.R Universidad Nacional Autónoma de México. (1ª Ed.)*. Facultad de Química. México D, F: UNAM.
- Chevallard, Y. (1997). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires Ed. Aique.
- Driver, R. (1989). *Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias*. Enseñanza de las ciencias. Vol. 6.No.2. Enseñanza de las ciencias. Vol. 4 No.1. Barcelona: Centre for studies in science and mathematics education.
- Galavosky, L., Adúriz, A. (2001). *Modelos y analogías en la enseñanza de las Ciencias Naturales. El concepto de Modelo Didáctico Analógico. Enseñanza de las ciencias*. 1, (19), 231-242. Último acceso el 20 de febrero de 2016 desde www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21735/21569.
- Hernández, C. (2005). *¿Qué son las competencias científicas?*. Universidad Nacional de Colombia. Grupo Federic de Investigación sobre enseñanza de las ciencias y de la colegiatura Icfes. Bogotá-Colombia: ICFES.
- Izquierdo, M, A. (2000). *Aspectos epistemológicos en la enseñanza de la ciencia. Didáctica de las ciencias experimentales*. España-Barcelona: Editorial Marfil, Alcoy.

- Izquierdo, M., Quintanilla, M. (2007). Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelar. Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Vallés.
- Jones, B. (2002). Estrategias para enseñar y aprender. Capítulo 1 y 2. Madrid-España: AIQUE.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. Enseñanza de las ciencias págs.24, 173-184. México: UNAM.
- Kind, V. (2004). *MÁS ALLÁ DE LAS APARIENCIAS. Ideas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. Facultad de Química-UNAM. México: Santillana.
- López, A, A. (2005). *El modelo en la ciencia y la cultura. Cuadernos del Seminario de Problemas Científicos y Filosóficos*. México: Siglo XXI-UNAM.

Talleres científicos con niños y niñas en el Grado de Educación Infantil: un modelo de investigación-acción y una iniciativa Universidad-Escuela

Sanz, J.,¹ Gutiérrez, L.²

¹ Departamento Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales, ² Dpto. de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea.

josu.sanz@ehu.eus

RESUMEN

La asignatura de Talleres de Ciencias del cuarto curso del Grado de Infantil en la Facultad de Educación de Donostia-San Sebastián se ha orientado hacia la organización de talleres con niños y niñas de escuelas infantiles. Desde el curso 2014-15 acogemos cada año a cerca de 300 niños y sus tutores y tutoras, participando en un promedio de entre 16 y 24 talleres por año. Esta iniciativa no es solo un acercamiento práctico a la ciencia en infantil, sino que quiere convertirse en una actividad de investigación-acción, y así, los cuestionarios y evaluaciones que realizamos cada año a nuestro alumnado apuntan a un aumento de la autonomía y un alto grado de reflexión crítica de su trabajo. Además, año tras año se está consolidando y mejorando la relación con las escuelas, en especial a través de la participación cada vez más activa de los tutores.

Palabras clave

Educación Infantil, formación del profesorado, talleres de ciencias, universidad-escuela, relación pedagógica.

INTRODUCCIÓN

Las ciencias en el aula de infantil

Son numerosos los estudios que determinan que si bien los niños son científicos ‘naturales’, en ocasiones sus primeros años de escuela les ofrecen pocas oportunidades para adquirir conceptos y procedimientos, muchos menos la estructura del pensamiento científico (Mantzicopoulos, Patrick y Samarapungavan, 2008). El posibilitar estas oportunidades de hacer ciencia a edades tempranas tomando parte en acciones relacionadas con actividades cotidianas, es fundamental para la construcción de modelos sobre la naturaleza de estos eventos.

Son muchas las razones por las que no se presta demasiada atención a la ciencia en infantil sobre otras disciplinas, la más extendida quizás porque no se cree que los niños puedan realmente hacer ciencia. En otros casos los profesores admiten no estar preparados y no tener los conocimientos necesarios para enseñarla. Muchos maestros y maestras relacionan la ciencia con algo conceptualmente difícil: tienen en mente la ciencia como algo estático y factual, más centrado en la adquisición de conocimientos conceptuales que en posibilitar el proceso mismo de hacer ciencia (Siry, 2013). Sin embargo, creemos que

una maestra de infantil debe entender que el mero hecho de facilitar oportunidades a los niños para que entiendan cómo funciona el mundo que les rodea ya es hacer ciencia. A partir de ahí el camino es compartido y lo irán construyendo junto a sus alumnos y alumnas –a través de la exploración y la tentatividad más que sobre las certezas y los conceptos–, sobre todo si lo que se está estudiando es tan nuevo para el profesor como lo es para los niños (Howes, 2008).

La ciencia en infantil surge por tanto de la exploración de lo cotidiano. Sin embargo, la experimentación en sí misma no garantiza el aprendizaje, y así el papel del profesor es el de garantizar que se produce un choque conceptual, una activación del conocimiento científico. Para ello se acompañan las actividades con discusiones, con indagaciones, con la realización de modelos, o con acciones colaborativas. A su vez el maestro también debe investigar para saber si sus propuestas están siendo eficaces. Por tanto, cuando los niños quieren entender algo, el maestro indaga en las ideas previas de sus alumnos, en base a lo que el niño ya sabe y sobre lo que quiere saber, plantea unas actividades con ellos. Realiza esas actividades en clase y evalúa si sus hipótesis iniciales se han cumplido.

Estas son en buena medida las bases que consideramos deben orientar al maestro de educación infantil para fomentar el aprendizaje de las ciencias y el conocimiento del entorno. En el Grado de Infantil en la Facultad de Educación de Donostia San Sebastián un primer acercamiento a la ciencia se produce en la asignatura “Las Ciencias Experimentales en el Aula de Educación Infantil” de tercer curso, donde se trabajan los contenidos teóricos y metodológicos sobre la metodología de proyectos (PBL). Sin embargo, la asignatura de cuarto curso “Talleres científicos en la Educación Infantil”, de la especialidad MINOR de Talleres, quería desarrollarse de una manera más práctica, con un mayor acercamiento a la realidad del aula. Por ello, en el curso 2013-14, y coincidiendo con la implantación de los Grados en el cuarto curso, se propuso que el alumnado, en grupos de 4-5 personas, diseñase unos talleres en los que participasen niños y niñas de educación infantil de las escuelas donde éstos habían cursado su *practicum*. Contando con la base metodológica y teórica del año anterior, se trataba de generar un mayor conocimiento de su manejo práctico de experiencias reales. Además, se quería aprovechar también la singularidad de trabajar con escuelas para generar también un mayor conocimiento mutuo, para que las tutoras que nos visitasen participasen y se involucrasen en esta experiencia novedosa.

Las iniciativas universidad-escuela

Es cierto que las relaciones entre escuela y universidad no son nuevas, pero se suelen circunscribir mayormente a la relación unidireccional que se establece en los diversos *practicum*. Precisamente en el *practicum* nuestros estudiantes pueden tener un cierto grado de libertad para desarrollar experiencias de investigación. Sin embargo estas son solo útiles a los estudiantes para valorar su parte más práctica, pero no cambiaban sustancialmente su manera de enfocar su docencia, según Gitlin, Barlow, Burbank, Kauchak y Stevens (1999). Entendemos que antes de finalizar sus estudios los estudiantes de Grado deben de saber realizar y valorar positivamente este tipo de investigaciones con niños.

Por otro lado, la escuela y universidad también se relacionan a través de investigaciones y proyectos, que suelen originarse en la universidad. Autores como Mérida, González y Olivares (2012) hablan de la necesidad de orientar estas relaciones hacia una mayor equidad. Esto puede lograrse mediante objetivos compartidos, que den respuesta a las necesidades tanto de la universidad como de la escuela.

En este contexto Mtika, Dean y Fitzpatrick (2014) proponen nuevos modelos de acercamiento que involucren al profesorado en formación, a los docentes universitarios, y a los tutores de las escuelas, en actividades de investigación y reflexión, donde promover esa relación más igualitaria y coordinada entre universidad y escuela: una “*joint observation and related tripartite dialogue*”, en palabras de los autores.

Existen multitud de ejemplos de colaboraciones Universidad-Escuela y de muy diversa índole en base a los objetivos de cada una de ellas. En nuestro país podemos destacar el ejemplo de la Universidad de Huelva, donde desde el curso 2001-2002 centros de educación infantil y primaria participan de la “Ciudad Arco Iris”, que se ha consolidado como un modelo de investigación-acción (González y Romero, 2008). En el ámbito específico de la ciencia en infantil es realmente significativo también el ejemplo de la Universidad de Manresa con el Lab O-6, para la educación científica de las primeras edades. Tomando como ejemplo este tipo de experiencias, y con el objetivo claro de generar un nuevo modelo pedagógico, en el curso 2013-2014 tomamos la iniciativa de poner en marcha los talleres de ciencias. Este modelo quiere convertirse también en una herramienta de investigación-acción, por lo que ha ido evolucionando en diversos aspectos en las siguientes ediciones 2014-15 y 2015-16. En este trabajo se presentan los resultados generales de la experiencia, centrándonos sobre todo en la aportación que estos talleres suponen para nuestro alumnado, es decir, para el profesorado en formación.

OBJETIVOS

Son tres los ejes sobre los que hemos construido la experiencia de los talleres de ciencias, y se relacionan con cada uno de los tres actores que estamos implicados en los mismos. Por un lado mejorar la autonomía y capacidad del alumnado para preparar, gestionar y evaluar una experiencia de acercamiento práctico a la ciencia en infantil.

Por nuestra parte como docentes universitarios el objetivo principal ha sido la superación de la docencia unidireccional profesor-alumno y generar una nueva relación pedagógica. En ese sentido se han primado aspectos como el acompañamiento, la exigencia y la orientación compartida hacia una reflexión de la práctica basada en la teoría. Por último, se quiere que estos talleres supongan un aporte diferencial para las escuelas que nos visitan. Así, y como primer paso, los tutores que nos han visitado han evaluado y participado en la orientación de los talleres.

METODOLOGÍA

Desarrollo de los talleres

Como se comentaba anteriormente la responsabilidad de la organización de los talleres de ciencias recae íntegramente en nuestro alumnado de cuarto curso del MINOR de Talleres de Infantil. Esto implica que cada grupo, compuesto por 4-5 alumnos, es el encargado de preparar, celebrar y evaluar cada uno de los dos talleres que realiza. Para ello ‘invitan’ a participar en sus talleres a la clase donde algún miembro del grupo hubiese cursado su *practicum*, de 12 semanas de duración. Las escuelas invitadas acuden a la Facultad de Educación, donde se dispone de un aula completamente vacía que cada grupo decora y habilita en función de la temática de cada taller. Puesto que la Facultad se encuentra en San Sebastián, la gran mayoría de los colegios acuden en autobús desde localidades de toda la provincia. Los talleres suelen tener lugar dos días a la semana durante unas 7-8 semanas a la vuelta del *practicum*, es decir, entre finales de febrero y abril. Cada grupo que nos visita realiza un taller de ciencias, que se compagina con una sesión de psicomotricidad para aprovechar la visita del grupo. Los talleres de ciencias no

tienen una duración determinada, ya que si bien el grupo ha establecido previamente las actividades que se van a desarrollar, el ritmo y la duración la establecen los niños y su interés por el taller. Por regla general no suelen durar más de una hora y cuarto. La decoración que se realiza del aula suele ser vistosa y atractiva, si bien los materiales y elementos para las actividades suelen ser de uso práctico de cara a fomentar la actividad de los niños. Es indispensable que los materiales sean reales, y no juguetes o simulaciones, de cara a que el taller sea un acercamiento lo más práctico a la realidad.

Antes de las prácticas, cada grupo elige de manera libre una temática relacionada con la ciencia o el conocimiento del medio: taller del sonido, taller de las abejas, taller de los peces, taller de la luz, taller de los sentidos, entre otros. El objetivo principal no es que los niños “aprendan” ningún contenido científico, algo bastante irreal por otro lado en un taller de una hora escasa, sino que el taller sea un ejercicio de investigación y reflexión de su propia práctica. Se quiere analizar así las ideas previas de los niños, si las actividades planteadas son adecuadas, o su propio desempeño con los niños, entre otros aspectos. En cada taller, el grupo que lo desarrolla es evaluado por el resto. Estas co-evaluaciones se discuten más ampliamente entre todo el alumnado de manera abierta y colaborativa en clases posteriores, con el apoyo de las grabaciones en vídeo de las sesiones con los niños. Además del taller celebrado en la Facultad de Educación, cada grupo debe celebrar dos sesiones en la escuela de donde vengan los niños. Una sesión previa para conocer las ideas previas y generar un interés en los niños, y una posterior a modo de evaluación de la experiencia.

Cada grupo debía de entregar al final de la asignatura un informe sobre todo el proceso vivido en los talleres, desde la concepción inicial hasta la celebración del mismo. Este proceso de reflexión se construye junto con el docente, sobre todo en relación a lo que debía de analizarse y para qué (Barnhart y van Es, 2015).

Los talleres como herramienta de investigación-acción

En base a los objetivos propuestos anteriormente, estos talleres quieren también mejorar nuestra docencia y establecer relaciones con la escuela a través de sus tutores. De este modo, cada año se realiza una encuesta a nuestro alumnado antes y después de cursar la asignatura, y una encuesta a los tutores que han participado en los talleres.

Por motivos de espacio no se incluyen las encuestas que se han realizado, ya que además se han ido mejorando cada año. En general, en estas encuestas previas al alumnado se le preguntaba acerca de las expectativas antes de la celebración de los talleres, sobre lo que creían que iban a aprender y las dificultades que preveían. En la encuesta después de celebrar los talleres, se hacía la misma pregunta para ver cuál había sido el resultado. En relación al cuestionario a los tutores, se centraba más en las necesidades de las escuelas hacia los talleres, y además se les pedía una valoración del taller en el que había participado su escuela. Además de la encuesta también hemos primado nuestra propia observación y vivencia del proceso de acompañamiento de la organización de los talleres –“una parte importante de la información proviene de la observación directa de lo que pasa, importándonos cómo son vividos”, según Bolívar (2002, p.563)–, así como de las reflexiones de nuestro alumnado en los informes finales antes mencionados, que son una inmejorable fuente de información.

RESULTADOS

Como decíamos antes, este trabajo es una descripción general de los talleres científicos con niños que venimos desarrollando en la Facultad de Educación desde el curso 2013-2014. Entendemos que la experiencia es innovadora desde muy diversos aspectos,

relacionados con cada uno de los actores que tomamos parte en ella: profesorado en formación, docentes universitarios y tutores de las escuelas.

En este apartado se realiza primeramente una descripción de la evolución de las tres ediciones de los talleres, la última celebrándose todavía. En un segundo punto se recogen aspectos relativos a la mejora que estos talleres de ciencias han supuesto para nuestro alumnado. Como decíamos antes, la metodología utilizada es básicamente cualitativa – encuestas antes y después de los talleres, así como las reflexiones recogidas en los informes finales –, por lo que estos resultados se ilustran con algunas de las afirmaciones de nuestro alumnado.

Evolución de los talleres de ciencias

En el curso 2014-2015 se celebró la primera edición de los talleres, con la participación de cerca de 300 niños y niñas de 10 centros educativos, que tomaron parte en 13 talleres. En este caso cada grupo organizó un solo taller que se celebró en la Facultad de Educación. Al ser la primera edición se primaron aspectos como la reflexión sobre la práctica con los niños y la autoevaluación.

En la segunda edición, en el curso 2015-2016, se celebraron 21 talleres, también con una media de 25 niños por taller, lo que corresponde más o menos a una clase de infantil. En esta edición se incidió en aspectos como la coordinación entre grupos (además del taller propio entre dos grupos tenían que organizar un taller adicional), la co-evaluación, así como la redacción de un informe previo de preparación del taller y otro posterior, acompañado de las grabaciones de video y material gráfico. Este año también se comenzó a trabajar más estrechamente con los tutores de las escuelas visitantes, a través de la realización de una encuesta para comenzar a detectar sus necesidades y expectativas de cara a los talleres de años posteriores.

Este año 2015-2016 se han programado 22 talleres, siendo una de las novedades que cada grupo desarrolle dos talleres de diferente temática. En este caso se quiere que a través de la práctica enactiva se refuerce el sentido de autoeficacia de nuestro alumnado. Es decir, tal como indica Bandura (1997), la capacidad de sentirse capaz de culminar positivamente este tipo de retos prácticos hace que se refuerce su sentido de eficacia.

Por otro lado, y como sugerencia de los estudiantes del año anterior, cada uno de esos 22 talleres que se celebran en la Facultad de Educación se completa con una sesión anterior y otra posterior en las escuelas. En la sesión anterior se detectan las ideas previas sobre los temas a trabajar, y se termina de definir el taller. Sirve además para un primer acercamiento con los niños y con los tutores. En la sesión posterior en cambio cada grupo lo plantea de una manera diferente, bien repetir algunas actividades que no dio tiempo a hacerlas, bien evaluar si se cumplieron los objetivos de aprendizaje en los niños, o bien plantear nuevas actividades para el segundo taller. Este es un espacio también para que nuestro alumnado se relacione con el tutor, ya sin nuestra presencia, y que recabe su opinión y evaluación sobre las actividades realizadas.

Esta comunicación se escribe aún cuando la edición de este año no está finalizada, ya que los talleres comienzan a la vuelta del *practicum* a finales de febrero y terminan a mediados de abril, pero queremos adelantar que como objetivo nos hemos marcado la celebración de un seminario con los tutores al finalizar los talleres. Se quiere así convocar a los tutores que nos han visitado para sentar las bases de una red universidad-escuela.

Principales beneficios en el profesorado en formación

En todos los casos, su impresión final es altamente positiva, y su confianza se ha visto reforzada. En palabras de una alumna:

Al principio me pareció una idea bonita pero difícil, pero una vez que nos pusimos a ello fuimos capaces de hacerlo sin problema, y creo que es la mejor forma de aprender. Ante los imprevistos también supimos reaccionar a tiempo para lograr los objetivos del taller.

Como señalan Moulding, Stewart y Dunmeyer (2014), al culminar con éxito el reto que se habían marcado se ha consolidado su sentido de auto-eficiencia (*self-efficiency*).

Principalmente, el alumnado ha valorado la oportunidad que han ofrecido los talleres para abordar situaciones reales con los niños, lo que ha generado un mayor conocimiento y, en algunos casos, ha cambiado la percepción que tenían de ellos.

Por otro lado, los talleres han servido para que nuestros alumnos reflexionen sobre su propia vocación. En ese sentido un alumno concluye que:

Las experiencias con niños son necesarias en una Facultad de Educación, porque además de ver cómo nos arreglamos con ellos y de ser una experiencia práctica, es una buena ocasión para que cada uno reflexione si sirve para este trabajo, es decir, son una buena ocasión para conocerse a sí mismo.

Además, estos talleres son una oportunidad puntual pero inmejorable de evaluación de la propia práctica, en un entorno diverso y con actores distintos: el resto de alumnos, los tutores de las escuelas y los profesores de la universidad.

En este sentido, una de las maneras más eficaces de visualizar la propia práctica es que las hagan explícitas (Sfipek y Byler, 1997), pero también es importante que las contrasten y que argumenten las evaluaciones recibidas por sus compañeros. Al hilo de este último párrafo, un alumno indica que “*ha sido muy enriquecedor por un lado preparar nuestras propias actividades y pensar en lo que iba a suceder, ver después lo que sucedía tanto en las nuestras como en las de los demás, y hablar de todo ello*”.

Podemos destacar, además, que los talleres han tenido un marcado carácter auto y co-evaluativo, en un punto en el que los estudiantes también tienen la necesaria madurez para ser también críticos con su trabajo y críticamente constructivos con el de sus compañeros.

Y, lógicamente, su concepción acerca de la ciencia en infantil, el cómo aprenderla y cómo enseñarla ha cambiado sustancialmente:

En palabras de una alumna que ha participado en esta edición: “*pensábamos que trabajar la ciencia con los niños era muy difícil. Muchos maestros y maestras piensan lo mismo que pensábamos nosotros y por eso no se trabaja tanto en infantil*”.

El resultado final después de la celebración de los talleres, en palabras de la misma alumna fue que “*sin darnos cuenta, y junto a los niños, aprendimos un buen número de contenidos, tanto de la ciencia, como de su didáctica y de la forma de llevar a cabo un proyecto*”.

En relación a los aspectos de mejora nuestro alumnado destaca la necesidad de una mayor relación con el centro antes de llevar a cabo el taller. En la mayoría de los casos sólo uno de los integrantes del grupo conocía a los niños.

CONCLUSIONES

Hemos observado que las reticencias que tienen muchos maestros de infantil respecto a la ciencia son extensivas también a nuestro alumnado, es decir, el origen puede encontrarse en la propia universidad. Sin embargo creo que este prejuicio es perfectamente superable mediante las herramientas pedagógicas adecuadas, en nuestro caso los talleres con escuelas son un buen ejemplo de ello.

Son varias las claves que como docente creo que se deben tener en cuenta. Por un lado hay que dejar de lado los aspectos más teóricos de las ciencias, puesto que pueden ser abstractas para los niños y también difíciles y poco atractivas de abordar por nuestro alumnado. Se debe optar por diseñar unos talleres atractivos para que los niños pudieran disfrutar de ellos y a su vez entender aspectos relacionados con su día a día, y en los que se incluyan indirectamente aspectos metodológicos y conceptuales del conocimiento del medio. En nuestro caso se suelen preparar talleres de cocina en los que relacionan los pesos, los volúmenes y las mezclas, talleres de bolos para trabajar el rozamiento, talleres de animales y plantas, o talleres de sonido, donde relacionan el sonido de su cuerpo con el de diferentes instrumentos, entre muchos otros temas. Pero por otro lado nuestro alumnado debe investigar las ideas previas, si las hipótesis sobre las que se ha basado el taller se han cumplido (“¿Entenderán el funcionamiento de la balanza?”, “¿Serán capaces de construir un barco que flote?”, ...), o su propio desempeño con los niños.

Sin embargo, no queremos que estos talleres se conviertan en una herramienta para desarrollar mejor la ciencia de una manera práctica (un *toolbox* de actividades científicas). Por ello, en un grado mayor se ha ido desarrollando entre el alumnado y nosotros, en base a esa nueva relación pedagógica que se estaba estableciendo, una reflexión sobre otros aspectos pedagógicos, como por ejemplo el valor de la co-evaluación y la autoevaluación, o la confrontación con sus creencias previas sobre las ciencias o sobre las capacidades de los niños.

Por nuestra parte, debo decir que el posicionamiento en esta nueva relación con mi alumnado –sobre la base de la exigencia y la autonomía–, ha ido enriqueciéndose cada año. Es cierto que no estábamos inicialmente preparados para participar en un proceso donde la generación de conocimiento es compartida entre el docente y los alumnos (Niemi, 2002), pero estas primeras resistencias se fueron disipando con la asunción de valores como la negociación y la interdependencia. A ello ayudaron también los seminarios de orientación y tutorías dirigidas.

La relación con los tutores de las escuelas que nos han visitado es el aspecto que menos hemos trabajado a lo largo de estos tres años, ya que hemos priorizado a nuestro alumnado. Sin embargo podemos destacar que la relación con las escuelas que nos visitan se ha ido reforzando cada año. Principalmente a través de las sesiones anteriores y posteriores que nuestro alumnado tiene que celebrar en las escuelas, previos a los talleres que se celebran en la Facultad de Educación. A través de estas sesiones, que fue una mejora planteada para la tercera edición de talleres en el curso 2015-2016, las tutoras establecen una mayor relación con nuestro alumnado y se implican más en el proceso. Para futuras ediciones de los talleres queremos fomentar otro tipo de canales de comunicación con la escuela, posiblemente mediante seminarios donde se planteen necesidades de la escuela que puedan canalizarse a través de estos talleres de ciencias.

BIBLIOGRAFÍA

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy the exercise of control*. Nueva York (EEUU): W. H. Freeman and Company.
- Barnhart, T. y van Es, E. (2015). Studying teacher noticing: Examining the relationship among pre-service science teachers' ability to attend, analyze and respond to student thinking. *Teaching and Teacher Education*, 45, 83-93.
- Bolívar, A. (2002). El estudio de caso como informe biográfico-narrativo, *Arbor*, 171 (675), 559-578.
- Gitlin, A., Barlow, L., Burbank, M. D., Kauchak, D. y Stevens, T. (1999). Pre-service teachers' thinking on research: Implications for inquiry oriented teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 15, 743-769.
- González Falcón, I. y Romero Muñoz, A. (2008). El Proyecto Ciudad Arco Iris: jugar para aprender, aprender para jugar. *Educación XXI*, 10, 185-202.
- Howes, E.V. (2008). Learning to teach science for all in the elementary grades: What do preservice teachers bring? *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (9), 845-869.
- Mantzicopoulos, P., Patrick, H. y Samarapungavan, A. (2008). Young children's motivational beliefs about learning science. *Early Childhood Research Quarterly*, 23, 378-394.
- Mérida Serrano, R., González Alfaya, M.E. y Olivares García, M.A. (2012) RIECU: Una experiencia de innovación en el practicum I del Grado de infantil de la Universidad de Córdoba. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 16 (3), 447-465.
- Moulding, L.R., Stewart, P.W. y Dunmeyer, M.L. (2014). Pre-service teachers' sense of efficacy: Relationship to academic ability, student teaching placement characteristics, and mentor support. *Teaching and Teacher Education*, 41, 60-66.
- Mtika, P., Robson, D. y Fitzpatrick, R. (2014). Joint observation of student teaching and related tripartite dialogue during field experience: Partner perspective. *Teaching and Teacher Education*, 39, 66-76.
- Niemi, H. (2002). Active learning—a cultural change needed in teacher education and schools. *Teaching and Teacher Education*, 18, 763-780.
- Siry, C. (2013). Exploring the Complexities of Children's Inquiries in Science: Knowledge Production Through Participatory Practices. *Research in Science Education*, 4, 2407-2430.
- Sfipek, D.J. y Byler, P. (1997). Early childhood education teachers: do they practice what they preach? *Early Childhood Research Quarterly*, 12, 305-325.

Una herramienta para el análisis de la docencia compartida como estrategia para la integración de las ciencias y el inglés en el aula de primaria

Valdés-Sánchez, L., Espinet, M.

*Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales.
Universidad Autónoma de Barcelona.*

lauravaldessanchez@gmail.com

RESUMEN

Se presenta una herramienta de análisis de los modelos de colaboración docente en el aula de ciencias para la integración disciplinar. Dicha herramienta ha sido desarrollada en el marco de un estudio basado en el análisis conversacional de parejas de docentes que co-construyen el discurso en un aula plurilingüe de primaria donde se integran la enseñanza de las ciencias y el inglés. Se reflexiona en torno a la función de esta colaboración para enfrentar el reto de los nuevos escenarios AICLE (Aprendizaje Integrado de Contenido y Lengua Extranjera), sobre la importancia y dificultad de generar herramientas para el análisis conversacional y sobre la utilidad de la herramienta generada.

Palabras clave

AICLE, docencia compartida, co-teaching, integración, análisis conversacional

INTRODUCCIÓN

En la educación del siglo XXI el trabajo integrado de diferentes disciplinas está a la orden del día desde enfoques diversos. Desde la didáctica de las ciencias se defiende tanto la integración de diversas disciplinas científicas, a través de planteamientos como el STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), como la integración de las disciplinas científicas con otras áreas de conocimiento. Un ejemplo de ello es el enfoque STEAM (Science, Tecnology, Engineering, Arts and Mathematics), que transgrede las fronteras de la ciencia ligándola al arte con el objetivo de potenciar la creatividad en la indagación y la innovación científica (European comission ,2015). Otro ejemplo lo constituye el aprendizaje en contexto (Espinet, 2014), ya sea a través del uso de controversias socio-científicas (Domènech et al., 2015), del enfoque denominado STS (Science-Technology-Society) o del aprendizaje basado en proyectos. Estos enfoques han sido valorados por su potencial para mejorar la motivación y el interés de los alumnos (Eurydice, 2011) y para formar ciudadanos con competencias clave para desenvolverse en sociedad de una forma crítica y creativa (European Comission, 2015). La comisión europea defendiendo que un aprendizaje exitoso necesita establecer una conexión entre las diversas áreas de conocimiento, así como con la comunidad y el mundo (European Comission, 2015; Eusydice, 2006; Eurydice, 2011).

Otro escenario para la integración que va tomando fuerza en el contexto europeo es el Aprendizaje Integrado de Contenido y Lengua Extranjera (AICLE), muy a menudo puesto en relación con la enseñanza de las ciencias y el inglés. La Comisión Europea promueve el aprendizaje de al menos tres lenguas para hacer frente al reto del mundo

globalizado y multicultural en el que vivimos, y recomienda enfoques como el AICLE, que ofrecen la posibilidad de aprender una lengua extranjera de forma contextualizada integrándola a la enseñanza de asignaturas no lingüísticas (Eurydice, 2006).

Por lo tanto, la integración disciplinar es actualmente un reto que el profesorado de ciencias, formado bajo una concepción disciplinar del conocimiento escolar, debe enfrentar. En esta comunicación abogamos por la colaboración docente dentro y fuera del aula como enfoque para afrontar cualquier proyecto de integración disciplinar y, focalizándonos en la integración de las ciencias y el inglés, presentamos una herramienta para el análisis de cómo esta colaboración tiene lugar dentro del aula.

CONTEXTO DE CREACIÓN DE LA HERRAMIENTA

Los objetivos de la investigación

La investigación en la que se ha desarrollado la herramienta presentada en esta comunicación analiza la colaboración discursiva que se establece entre tres parejas de maestros que colaboran, dentro y fuera del aula, en un proyecto AICLE de integración de las ciencias y el inglés en una escuela de primaria. Se trata de un proyecto llevado a cabo en el marco de la asignatura Conocimiento del medio en 3º de primaria. Nos interesa como dichas parejas gestionan, a través de su discurso oral, la integración de objetivos de ciencia e inglés, su participación y el uso de diversos códigos lingüísticos en un entorno trilingüe.

El objetivo de esta investigación es iluminar algunos aspectos de la interacción producida en estas aulas a través del análisis conversacional de las parejas de docentes. Nos preguntamos: (a) cómo se produce la integración de las ciencias y el inglés en el aula, (b) qué modelos de colaboración discursiva podemos identificar y (c) cómo evolucionan estos modelos de colaboración.

Diseño de la investigación

La investigación se plantea desde un enfoque sociocultural y utiliza como metodología el análisis conversacional. Realiza dos tipos de análisis: (a) un análisis transversal de tres parejas de docentes de ciencias e inglés, que llevan a cabo la misma actividad en las 3 líneas de 3º de primaria de la misma escuela (curso 2012-2013); y (b) un estudio longitudinal de una de las parejas que ha sido grabada desde el inicio de su colaboración en 2010, y de la que se han grabado 3 actividades en 3 cursos consecutivos (2010-2011, 2011-2012 y 2012-2013).

MARCO TEÓRICO

El aprendizaje integrado de contenido y lengua extranjera (AICLE) en ciencias

El acrónimo AICLE, o CLIL en su versión inglesa (Content and Language Integrated Learning) se utiliza como "un término genérico para describir todos los tipos de disposición en la que se utiliza un segundo idioma (una lengua extranjera, regional o minoritaria y/u otra lengua oficial del Estado) para impartir ciertas materias en el plan de estudios que no sean lecciones de lengua en sí mismas" (Eurydice, 2006, p. 8). La enseñanza de las ciencias en inglés ha empezado a ser estudiada por la investigación educativa internacional (Escobar-Urmeneta, Evnitskaya, Moore, y Patinier, 2011; Gajo, 2007; Valdés-Sánchez y Espinet, 2013), que ha documentado los beneficios que produce tanto en la enseñanza de la lengua extranjera como en la enseñanza de las ciencias. En el caso de las ciencias implica más focalización en el lenguaje mediante el aumento del

diálogo y de la negociación (Moate, 2011), potenciando el desarrollo de competencias científicas pues aprender ciencias significa aprender a utilizar el lenguaje propio de la ciencia escolar (Sanmartí, 2002; Edwards y Mercer, 1988; Mercer, 1997; Mortimer y Scott, 2003; Lemke, 1990).

Con la emergencia de este planteamiento innovador surgen dos cuestiones de una importancia capital. Por un lado, cómo se produce y cómo conseguir una verdadera integración de la enseñanza-aprendizaje de las dos disciplinas (Dalton-Puffer, 2007; Gajo, 2007). Por el otro, surge la demanda social de formar profesionales capaces de producir una enseñanza-aprendizaje de las ciencias y del inglés que sea integrada y que conserve la calidad en la enseñanza de ambas disciplinas (Horrillo-Godino, 2011; Sandberg, 2011). Hay por tanto la necesidad de potenciar el diálogo disciplinar (Horrillo-Godino, 2011).

La docencia compartida o “co-teaching” como herramienta para construir proyectos de integración disciplinar

El “co-teaching” (Roth et al., 2004; Siry et al., 2010) se dibuja como una estrategia con mucho potencial para ayudar a construir proyectos de integración disciplinar. Entendido como un proceso en el que dos o más profesores planifican, instruyen y evalúan conjuntamente (Davis-Willey y Crespo, 1998), implica un trabajo colaborativo de diálogo disciplinar dentro y fuera del aula, enriqueciendo los entornos de aprendizaje con el bagaje de dos expertos. Davis-Willey y Crespo han recogido algunos de los beneficios de esta práctica documentados por diversas investigaciones (Davis-Willey y Crespo, 1998). Roth y Tobin defienden este modelo como herramienta de desarrollo profesional del profesorado, pues consideran que los docentes que trabajan conjuntamente en el aula expanden sus identidades a través de una cooperación que se establece en base a unos objetivos e intereses comunes (Roth et al., 2004).

Los estudios del discurso en la clase de ciencias

Los estudios del discurso en la clase de ciencias constituyen una tradición investigadora que toma como punto de referencia los estudios de Lemke en los años noventa (Lemke, 1990), y que ha contribuido a entender cómo se produce el aprendizaje a través del lenguaje y del mundo social y simbólico (para revisión, ver Kelly 2006). Sin embargo, no son comunes los estudios de la conversación en el aula que impliquen la colaboración de varios expertos que han de co-construir el discurso docente. Cómo apunta Kelly, hay una necesidad de estudiar la interacción en las aulas con mayor detalle y de desarrollar métodos de investigación (Kelly, 2006).

HERRAMIENTA PARA EL ANÁLISIS DE LA COLABORACIÓN DISCURSIVA INTERDISCIPLINAR Y PLURILINGUE

En esta comunicación presentamos la herramienta diseñada en el marco de nuestra investigación para el análisis de la colaboración discursiva interdisciplinar entre docentes de ciencias e inglés en un aula AICLE. Se trata de una herramienta inductivo-deductiva que ha implicado la colaboración entre expertos en didáctica de las ciencias y didáctica de la lengua, y que ha sufrido diversas transformaciones tras varios ciclos de análisis. Se ha discutido en varios foros nacionales e internacionales, como congresos y escuelas de doctorado, incluyendo la Escuela de doctorado de los XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales en 2014 y la Summer School de ESERA 2014. También se ha triangulado con expertas en didáctica de las ciencias y en didáctica de la lengua a través de varias sesiones de datos.

Las unidades de análisis: los episodios

Las unidades de análisis de nuestro estudio son los episodios, secuencias interaccionales transcritas a partir de las grabaciones de clase. Han sido obtenidos tras transcribir y fragmentar todos los momentos de interacción compartida entre las parejas docentes y el grupo clase de cada actividad completa (actividades de entre 3 y 5 sesiones de una hora) Estos momentos de interacción se han fragmentado en episodios en base a la función que persiguen dentro de la actividad, de acuerdo a lo que Lemke denomina el patrón semántico (Lemke, 1990).

Presentación de la herramienta de análisis de episodios

La herramienta se presenta en forma de una tabla que contiene diversos apartados (*Tabla 1* y *Tabla 2*). En la parte superior de la tabla se incluye la información general relativa al episodio: título y código del episodio, función que persigue y que ha justificado tratarlo como un episodio, posición de los maestros y número de turnos. Seguidamente se presenta una descripción cualitativa de éste en la que se remarcan sus aspectos más significativos. Tras esta descripción se realiza el análisis del episodio en tres dimensiones: el patrón semántico, el patrón de participación y el patrón lingüístico, describiendo sus características e identificando sus alternancias (*Tabla 1*). Finalmente se representa de forma gráfica el patrón de participación y el lingüístico en términos de cantidad de turnos y de su distribución (*Tabla 2*).

El análisis de cada patrón y sus alternancias se realiza mediante un sistema elaborado de códigos de diferente orden que no se incluye en esta comunicación por cuestiones de espacio y que se ha generado también de forma inductivo-deductiva. Estos códigos se asocian a cada episodio a su vez a través de su introducción en el programa de análisis cualitativo Atlas-ti, que permite codificar todos los episodios y realizar tras el análisis preguntas que los cuantifiquen o relacionen entre sí.

Dimensiones de análisis

La herramienta generada caracteriza los patrones de colaboración de las parejas docentes en base a tres dimensiones o ejes de análisis:

1. El patrón semántico: se identifica la finalidad temática del episodio, es decir, el área o las áreas de conocimiento que se están trabajando discursivamente, y concretamente en qué ámbito (lingüístico, tecnológico, socio-histórico, etc.), desarrollando qué capacidades (competencia léxica, entender conceptos científicos, etc.) y mediante qué acciones discursivas (pedir una traducción, identificar un elemento, describir una acción, etc). Algunos momentos se han identificado como momentos de gestión del grupo, clasificándolos también de acuerdo a sus finalidades y acciones discursivas.
2. El patrón de participación: se analizan las funciones que realiza cada maestro con respecto a la participación. Diferenciamos momentos de liderazgo, de asistencia, de aportaciones varias o de interrupciones. Se describen aquí mecanismos de liderazgo conjunto.
3. El patrón lingüístico: caracterizamos el código que utilizan los participantes, que puede ser la L1 entendida como la lengua propia, ya sea el catalán o el castellano, y la L2 que es la lengua extranjera, es decir el inglés.

La disposición de la tabla da pie a establecer una primera relación entre el patrón semántico y los patrones de participación y lingüístico, cruzando estos dos campos. Los

docentes se codifican en la *Tabla 1* como *Mc* (Maestra de ciencias) y *Ma* (Maestra de Inglés).

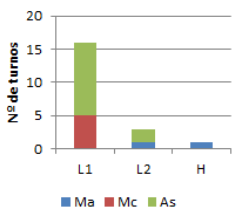
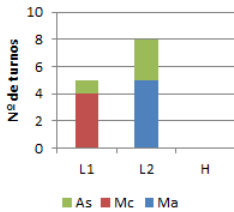
EPISODIO: Observamos el adobe, cómo creemos que es?		Código: X3A_1	
FUNCIÓN: empezar a explorar los adobes mediante su observación		Posición de los/las maestros/as: Mc detrás – Ma delante	
TURNOS: 1 - 33		Nº turnos: 33	
DESCRPCIÓN CUALITATIVA: episodio en el que los patrones semánticos van muy ligados a los patrones de participación . Mientras gestionan el grupo en el inicio de la clase los maestros co-construyen el turno, pero una vez han controlado la clase Ma da pie a Mc3 para que haga una pregunta relacionada con las finalidades de Conocimiento del medio y éste toma el liderazgo. Ma aporta alguna ampliación al discurso de Mc3 durante su liderazgo mediante la realización de preguntas a los alumnos. El código predominante es la L1.			
	Contenido	Patrón de participación	Patrón lingüístico
Patrón semántico	Medio	En el ámbito científico-tecnológico empiezan a investigar el adobe construyendo hipótesis sobre sus propiedades . Turnos 14-33: Mc3: lidera, sin acciones colaborativas Ma: aporta ampliaciones con preguntas a los alumnos (turnos 27 y 30)	Patrón de participación plurilingüe (1) X2A_1 II Turnos 14-33 
	L2	-	-
Patrón semántico	Gestión	En el ámbito de gestión de los actores se explicita el comportamiento esperado . Turnos 1-13: LIDERAZGO COMPARTIDO Mc3 y Ma: co-construcción del turno por objetivo común	Patrón de participación plurilingüe (1) X2A_1 I Turnos 1-13 
	Alternancias	Turno 1: inicio Turno 14: de medio a gestión, por demanda de Ma que impone a Mc3 que haga una pregunta	Turno 14: de co-construcción del turno a liderazgo de Mc3, por cesión del turno, Ma da pie a Mc3

Tabla 1. Ejemplo de la parte superior de la herramienta de análisis de los episodios completada

La relevancia de las alternancias

Se concreta en la tabla de análisis como se producen alternancias dentro de cada patrón, pues en la colaboración encontramos: (1) Alternancias del patrón semántico: se identifican momentos en que se cambia la temática de la conversación y se analiza qué eventos conversacionales (interrupciones, preguntas de los alumnos, demandas de uno de los maestros, etc.) producen el paso de uno a otro ámbito; (2) Alternancias del patrón de colaboración: se detectan momentos de cambio de liderazgo, caracterizando los mecanismos que los maestros utilizan para producirlos; y (3) Alternancias del patrón lingüístico: dado que el profesorado de nuestro contexto ha pactado un patrón lingüístico

que establece que la experta en inglés utiliza la L2 y el experto en Conocimiento del medio utiliza la L1, consideramos momentos de alternancia lingüística aquellos en que los docentes utilizan un código que no les corresponde, estableciendo diferentes niveles de alternancia y analizando sus causas.

Las alternancias han sido añadidas en la última fase del diseño por considerarse momentos claves del discurso que nos sirven especialmente para definir los modelos de colaboración, y que nos pueden ayudar a su vez a identificar la evolución de dichos modelos.

Los esquemas de participación y de uso de códigos

Al final de la tabla se incorpora un espacio para incluir esquemas de participación y de uso de códigos (L1 o L2). En ambos casos se presenta un gráfico de barras que cuantifica los turnos de participación de maestros y alumnos y en qué lengua se han expresado, y un gráfico de línea en el que se puede observar la evolución de la participación o del código en uso a través de los turnos que componen la conversación (Tabla 2). No se incluyen en esta tabla los esquemas temáticos, pues éstos se desarrollan a nivel de sesión completa y no a nivel de episodio. De nuevo los maestros se codifican como *Ma* (Maestra de inglés) y *Mc* (Maestro de ciencias), los alumnos se codifican como *As*, y los momentos en que la L1 se mezcla con la L2 en el mismo turno como *H*.

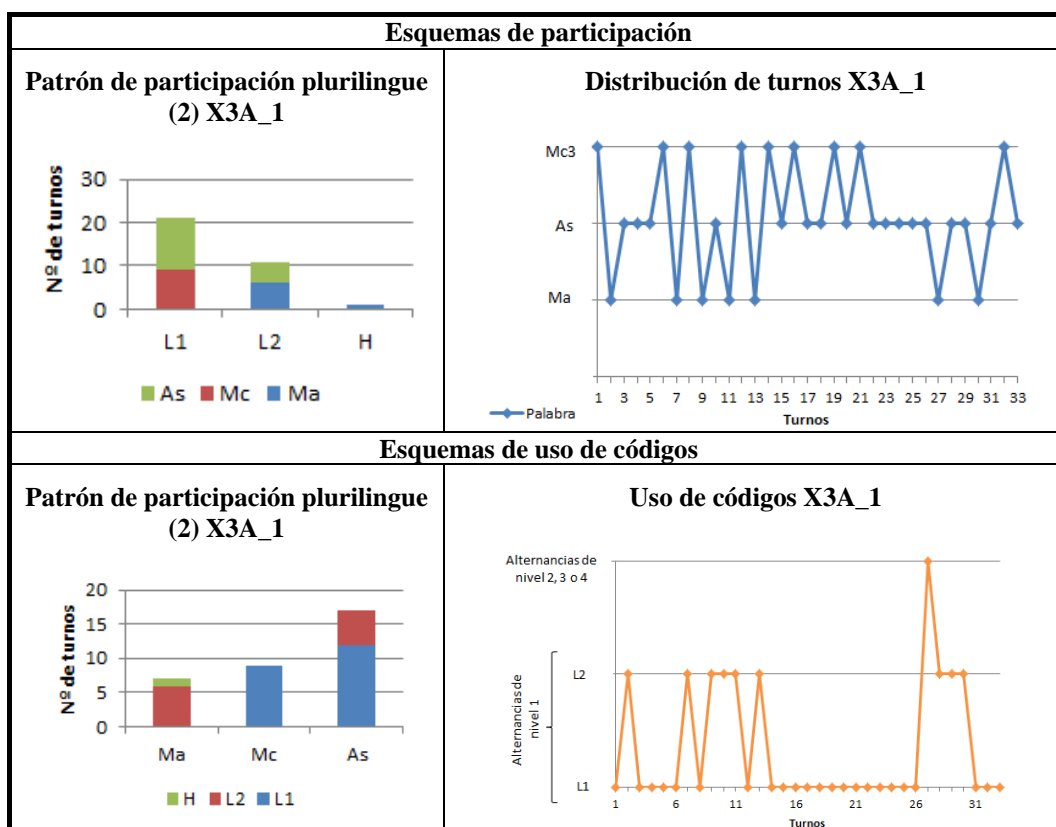


Tabla 2. Ejemplo de la parte inferior de la herramienta de análisis de los episodios completada

Discusión y futuras implicaciones

El estudio del discurso y el análisis conversacional pueden ayudarnos a entender cómo se produce la colaboración docente y cómo ésta nos ayuda a construir proyectos de integración disciplinar. La elaboración de herramientas de análisis útiles y sólidas es un

proceso largo que necesita de una buena fundamentación, de diversos ciclos de análisis y, sobretudo, de discusión y triangulación con la comunidad investigadora.

Se espera que la herramienta diseñada nos ayude a caracterizar la forma en que los docentes analizados integran a nivel discursivo la enseñanza de las ciencias y el inglés, a la vez que gestionan su participación conjunta en el aula y el uso de diferentes lenguas. También nos ayudará a caracterizar sus modelos de colaboración y cómo éstos evolucionan a lo largo de 3 cursos académicos. De esta manera, podremos entender mejor que está sucediendo en esta aula AICLE que consideramos ejemplar, y así reflexionar sobre las estrategias que el profesorado puede utilizar para la integración disciplinar.

BIBLIOGRAFÍA

Dalton-Puffer, C. (2007). *Discourse in content and language integrated learning (CLIL) in disciplinary classrooms*. Amsterdam; Philadelphia: John Benjamins.

Davis-Willey, P; y Crespo, A. (1998). *Are Two Instructors Better Than One?: Planning, Teaching and Evaluating à Deux*. Annual Meeting of the Mid-south Educational Research Association. New Orleans, Louisiana.

Domènech, A.M.; Márquez, C.; Roca, Tort.; y Marbà, A. (2015) *La medicalización de la sociedad, un contexto para promover el desarrollo y uso de conocimientos científicos sobre el cuerpo humano*. Enseñanza de las ciencias, Vol. 33, No. 1, 101-125.

Edwards, D., & Mercer, N. (1988). *El conocimiento compartido: El desarrollo de la comprensión en el aula*. Barcelona: Paidós

Escobar Urmeneta, C.; Evnitskaya, N.; Moore, E. & Patiño, A. (2011) *AICLE - CLIL - EMILE educació plurilingüe: Experiències, research & polítiques*. Bellaterra, Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.

European Commission (2015) *Science Education for Responsible Citizenship*. Luxembourg: European Commission

Eurydice (2006). *Content and Language Integrated Learning (CLIL) at School in Europe*. Brussels: Eurydice European Unit. Disponible a: <http://eacea.ec.europa.eu/ressources/eurodyce/pdf/0integral/071EN.pdf>

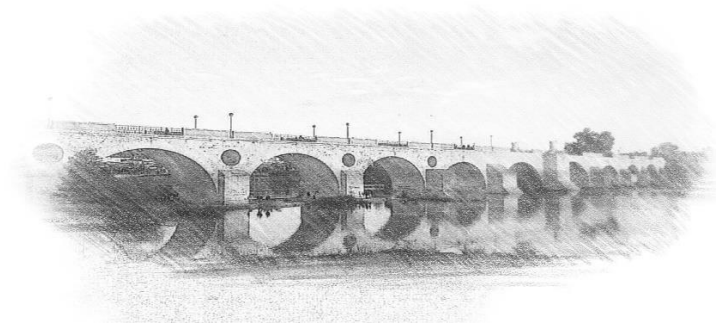
Eurydice (2011). *Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research*. Brussels: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, European Commission. Disponible a: <http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice>

Espinet, M. (Ed.). (2014). *Perspectives sobre el context en educació científica: aproximacions teòriques i implicacions per a la pràctica educativa*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona

Gajo, L (2007) *Linguistic knowledge and subject knowledge: How does bilingualism contribute to subject development?* *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 10:5, 563:581. Disponible a: <http://dx.doi.org/10.2167/beb460.0>

Horrillo-Godino (2011) *Formación del profesorado en el enfoque AICLE: apreciaciones informadas de la didáctica de las materias en las que el otro es experto. Un estudio de caso*. En C. Escobar Urmeneta; N. Evnitskaya; E. Moore, E. y A. Patiño (Eds.) *AICLE - CLIL - EMILE educació plurilingüe: Experiències, research & polítiques*. (p. 41-56) Bellaterra, Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona

- Kelly, G. J. (2007). *Discourse in Science Classrooms*. In S. K. A. & N. G. Lederman (Ed.), *Handbook of research on Science Teaching*. Mahwah (New Jersey): Lawrence Erlbaum.
- Lemke, J. (1990). *Talking Science: Language, Learning and Values*. Stamford: Ablex Publishing Corporation.
- Mercer, N. (1997). *La construcción guiada del conocimiento: El habla de profesores y alumnos*. Barcelona: Editorial Paidós.
- Moate, J. (2011) Using a sociocultural CLIL pedagogical model to develop CLIL. A Escobar Urmeneta, C. (Ed.) *AICLE - CLIL - EMILE educació plurilingüe: Experiencias, research & polítiques*. (pp. 101-110) Bellaterra, Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Mortimer, E., & Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead: Open University Press.
- Roth, W., & Tobin, K. (2004) *Coteaching : from praxis to theory*. *Teachers and teaching*, 10(2), 161-179. Doi: 10.1080/1354060042000188017
- Sandberg, Y. (2011) CLIL courses in teacher education —effective platforms for creating cross-curricular projects. En C. Escobar Urmeneta; N. Evnitskaya; E. Moore, E. y A. Patiño (Eds.) *AICLE - CLIL - EMILE educació plurilingüe: Experiencias, research & polítiques*. (p. 255-268) Bellaterra, Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis Educación.
- Siry, C. y Martin, S. (2010). *Coteaching in science education courses: Transforming science teacher preparation through shared responsibility*. En C. Murphy & K. Scantlebury [eds.] *Coteaching in international contexts: Research and practice* (pp. 57-78). The Netherlands: Springer
- Valdés-Sánchez, L., & Espinet, M. (2013). *La evolución de la co-enseñanza de las ciencias y del inglés en educación primaria a partir del análisis de las preguntas de las maestras*. *Enseñanza de las ciencias*. Número Extra, 3588 – 3594.



COMUNICACIONES ORALES

Línea 2. El desarrollo profesional del profesorado (EI, EP, ESO, FP, Bachillerato y Universidad).

Experiencia de evaluación entre iguales con Maestros en Formación

Airado, D., González, D., Jeong, J. S.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Extremadura.

airado@unex.es

RESUMEN

En esta comunicación se presentan la metodología y principales resultados de una experiencia de evaluación entre pares puesta en práctica entre estudiantes de cuarto curso del Grado de Maestro de Educación Primaria. El objetivo de la experiencia fue demostrar la eficacia del empleo de una rúbrica para la valoración objetiva de competencias específicas y transversales demostradas en la elaboración de ensayos críticos. El tamaño de la muestra empleada en el presente estudio ha sido de 118 alumnos de la asignatura “Conocimiento del Medio Natural en Educación Primaria”, de cuarto curso del grado en Educación Primaria. Cada uno de los ensayos críticos fue evaluado de manera anónima por un mínimo de dos estudiantes con ayuda de la rúbrica proporcionada por el profesor y a posteriori, evaluado también por el profesor, siguiendo la misma rúbrica. El análisis estadístico de los resultados apoya la tesis de la efectividad de la rúbrica elaborada para la evaluación de ensayos críticos.

Palabras clave

Coevaluación; Rúbrica; Enseñanza de las ciencias; Grado Educación Primaria

1. INTRODUCCIÓN

Los nuevos planes de estudios, nacidos en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), han llevado consigo importantes cambios en los planteamientos docentes, estructura y funcionamiento de la Universidad Española (van der Wende, 2000). El eje vertebrador de los nuevos planes de estudio es la adquisición de competencias por parte de los estudiantes (De Miguel Díez et al. 2006; Bosón Aventín, 2009). Una vez establecidas dichas competencias, es necesario desarrollar por una parte métodos de aprendizaje enfocados a la adquisición de las mismas, y por otra parte nuevos procedimientos para evaluar su adquisición (González-Gómez et al., 2015). Se plantea de esta manera la necesidad de renovar actividades, medios, materiales, secuencias y tiempos, pero también los criterios y procedimientos de evaluación.

En este escenario, serán especialmente bienvenidas herramientas objetivas que asistan al docente en la evaluación de estas prácticas educativas innovadoras. A este respecto, la utilización de rúbricas se presenta como una excelente opción, a día de hoy cada vez más extendida en las aulas universitarias. Una rúbrica o matriz de valoración consiste en una escala cuantitativa o cualitativa asociada a unos criterios preestablecidos para la evaluación del nivel de ejecución de la tarea encomendada a los estudiantes en este caso. La rúbrica está especialmente concebida para asistir en la evaluación de actividades tipo trabajos, presentaciones, prácticas de laboratorio o informes escritos y su utilización cobra especial relevancia para la evaluación de trabajos complejos, imprecisos y poco objetivos, a través del conjunto de criterios graduados a priori en las mismas. En el caso

que nos ocupa, la rúbrica ha sido empleada para asistir el proceso de evaluación entre iguales de ensayos críticos. Experiencias similares han sido descritas por ejemplo por García-Ros (2011) y por Verano-Tacoronte, González-Betancor, Bolívar-Cruz, Fernández-Monroy y Galván-Sánchez (2016), quienes analizan la validez de una rúbrica para evaluar habilidades de presentación oral en la universidad.

Existen en general dos tipos de rúbricas, las holísticas y las analíticas. Las primeras se emplean en la evaluación del trabajo del estudiante como un todo. Las rúbricas analíticas, son las que se emplean comúnmente en la evaluación de trabajos concretos y están centradas en la evaluación de todos los aspectos evaluables de un trabajo terminado (Torres Gordillo & Perera Rodríguez, 2010; Prieto Navarro, Blanco Blanco, Morales Vallejo & Torre Puente, 2008).

La rúbrica, aparte de asistir en la evaluación de una determinada tarea, tanto por parte del profesor como por parte del alumnado (coevaluación y autoevaluación), tiene otra función importante que es la de poner en conocimiento de los estudiantes por escrito y claramente, los distintos niveles de consecución a los que pueden aspirar al realizar la tarea, así como facilitarles la realización de la misma aspirando a la excelencia.

2. OBJETIVO

El objetivo principal de la actividad que aquí se presenta fue implantar un sistema de evaluación entre pares en un grupo de maestros en formación del Grado de Maestro de Educación Primaria. Entre los objetivos secundarios y derivados del principal, puede citarse que los estudiantes entendieran la estructura de una rúbrica, que conocieran a través de la misma a priori los niveles de consecución de la actividad que se les encomendó y que pudieran elaborar sus tareas aspirando a la excelencia y por último conocer cuales eran las emociones que despertaba en ellos corregir tareas, sabiendo que la nota que otorgaran iba a estar reflejada en la nota final de la actividad. Este último aspecto nos parece de gran importancia, teniendo en cuenta que la corrección y baremación de tareas estará entre las tareas más habituales en su futura profesión.

3. METODOLOGÍA

El material curricular que se ha desarrollado en el marco de esta experiencia ha sido el siguiente:

- Documento de instrucciones para la elaboración de ensayo crítico sobre “Alfabetización Científica y la relación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad”. En este documento se fija la extensión máxima del ensayo crítico y las normas de estilo para la elaboración del mismo. Así mismo se les proporciona a los estudiantes la estructura del mismo, que consiste en: título (máximo 200 caracteres), resumen (máximo 150 palabras), *abstract (no more than 150 words)*, planteamiento, desarrollo, conclusión (reflexión crítica), referencias bibliográficas.
- Conjunto de ocho artículos de investigación relacionados con la “Alfabetización Científica y la relación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad”, compartido con los alumnos a través del campus virtual de la asignatura.
- Rúbrica de evaluación (Figura 1), incluyendo los apartados diseño y formato, contenido y citas bibliográficas. Estos apartados constaban de tres, seis y un aspecto evaluable, respectivamente. Los niveles de consecución de cada uno de los aspectos a evaluar eran tres, no apto, apto y excelente y cada uno de estos niveles de consecución se encuentran detallados en la rúbrica. Se les pidió a los estudiantes que

para cada uno de los aspectos a evaluar determinarían primero el nivel al que se encontraba dicho aspecto (no apto, apto o excelente) y a continuación que le otorgaran una nota numérica a cada uno de los aspectos, oscilando dicha nota entre 0 y 4 para el no apto, entre 5 y 7 para el apto y entre 8 y 10 para el excelente.

- Plantilla de valoración numérica, integrada dentro de la versión de la rúbrica entregada a los estudiantes (Figura 1).
- Encuesta de opinión del alumnado. La encuesta ha sido realizada a través de la aplicación informática “formularios de google”. La encuesta consiste en un total de siete preguntas de distinta naturaleza. La primera pregunta es una pregunta cerrada con cuatro respuestas posibles, en la que se le pregunta al alumno por su nivel de satisfacción general con el nuevo sistema de evaluación. Las preguntas segunda y tercera tienen respuesta abierta para que los alumnos expresen en ellas las ventajas e inconvenientes respectivamente que tiene, según su punto de vista, el sistema de coevaluación asistida por rúbricas. En la cuarta pregunta, se le pide al alumno, que una vez conocida la rúbrica de corrección de los ensayos, y aplicada en la corrección de los ensayos de los compañeros, valore su ensayo como “no apto”, “apto” o “excelente”. A continuación se le pregunta si corregir ensayos de sus compañeros le ha ayudado a caer en la cuenta de errores propios. En la sexta pregunta se le proporciona al alumnado una lista de emociones, conteniendo tanto emociones positivas como negativas, para que seleccionasen aquellas que habían sentido al corregir el trabajo de un compañero. Las emociones listadas en esta pregunta son alegría, preocupación, vergüenza, ansiedad, miedo, admiración, culpabilidad, entusiasmo, nerviosismo, tensión, placer, desesperación, odio, impotencia, aburrimiento, frustración, afinidad, humillación, envidia, excitación y estrés (Borrachero Cortés, 2015). En la séptima pregunta se le proporciona un espacio en blanco, para que haga, en caso de necesitarlo, las anotaciones que considere sobre las emociones seleccionadas.

Para la realización de este estudio se ha contado con una muestra formada por 118 alumnos de cuarto curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Extremadura (España). La tarea no presencial encomendada a los alumnos fue la realización de un ensayo crítico que versara sobre la temática “Alfabetización Científica y la relación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad”. Este tema ocupa un papel fundamental en el tema primero de la asignatura “Conocimiento del Medio Natural en Educación Primaria”. Para elaborar el ensayo crítico se les proporcionó un conjunto de ocho artículos de investigación, estratégicamente seleccionado por los profesores responsables de la asignatura. Se les da a los alumnos un plazo de dos semanas para entregar los ensayos. A continuación se procedió a la corrección anónima de los ensayos por parte de los alumnos. Para ello se divide la clase en seis grupos de aproximadamente 20 alumnos y se les convoca en seis días distintos una hora a cada uno de los grupos. Durante esa hora se distribuyeron aleatoriamente los ensayos entre los estudiantes y cada uno llevó a cabo la corrección de al menos dos ensayos críticos. El ensayo les fue entregado aleatoriamente y con un código identificativo de tres cifras, que debían reflejar en la plantilla de valoración. Los alumnos fueron advertidos de que debían avisar al profesor para que les cambiara el ensayo a corregir en caso de que este fuera el suyo propio. El número de ensayos que tuvo tiempo de corregir cada estudiante en la hora que duró la sesión de corrección estuvo en torno a tres y en bastantes casos por encima.

Figura 1. Rúbrica empleada para la evaluación de los ensayos críticos con la plantilla de valoración numérica integrada.

	No apto	(0-4)	Apto	(5-7)	Excelente	(8-10)
DISEÑO Y FORMATO						
Presenta todos los apartados indicados	En el ensayo no se identifican claramente título, resumen, <i>abstract</i> , planteamiento, desarrollo, conclusión o reflexión crítica y referencias bibliográficas. Además no se cumple con las normas: el título no tiene más de 200 caracteres y el resumen y <i>abstract</i> no tienen más de 150 palabras cada uno.		La mayoría de los apartados pueden identificarse en el ensayo, pero no todos.		En el ensayo aparecen bien identificados: título, resumen, <i>abstract</i> , planteamiento, desarrollo, conclusión o reflexión crítica y referencias bibliográficas. Además se cumple con las normas: el título no tiene más de 200 caracteres y el resumen y <i>abstract</i> no tienen más de 150 palabras cada uno.	
Redacción clara, coherente y correcta	La redacción no es clara y coherente. Las ideas se presentan de manera desordenada y en una secuencia poco lógica.		La lectura del ensayo es sencilla, el lenguaje es claro si bien las ideas no siguen siempre una estructura lógica.		Redacción clara y coherente.	
Expresión escrita correcta	El autor comete faltas de ortografía (una falta ya sitúa la nota en esta categoría). No se usan correctamente los signos de puntuación (frases excesivamente largas).		Ausencia total de faltas de ortografía.		Ausencia total de faltas de ortografía. Correcta utilización de los signos de puntuación. Fácil lectura.	
TOTAL Diseño y formato (Máximo 2 puntos)						
CONTENIDO						
El resumen refleja la dimensión del ensayo elaborado	El resumen no da una idea clara de la envergadura del ensayo		El resumen es correcto, si bien sobrevalora o minusvalora el volumen de trabajo del ensayo		El resumen refleja bien la dimensión del volumen de trabajo tratado en el ensayo	
Queda plasmada la hipótesis o tesis principal del ensayo	La hipótesis no guarda relación con el resto del texto, no está claramente definida, es muy genérica y no aporta nada relevante al ensayo.		Se plasma una hipótesis clara, pero esta no es argumentada de forma suficiente, por lo que resulta complejo evidenciar que es lo que persigue el ensayo		Hipótesis claramente definida y argumentada. Queda claro que se pretende en el ensayo.	
La argumentación planteada en el desarrollo permite sustentar la tesis del ensayo	La argumentación no guarda relación con el resto del texto, no contrasta de forma coherente la hipótesis y carece de relevancia.		Sustenta parcialmente la tesis, pero requiere de un estudio más profundo del tema. Es incompleta tanto en desarrollo como en contenido.		Sustenta totalmente la tesis del ensayo. Se incluye la visión de diferentes autores y la del propio alumno.	
Hace un uso adecuado del material bibliográfico facilitado	No se utiliza el material proporcionado o bien la utilización que se hace consiste en reproducir ciertas partes de los mismos, sin justificación.		Situación intermedia		El autor utiliza de manera justificada cierto número de los artículos facilitados.	
Incluye una reflexión crítica personal	En el cuerpo del ensayo, no se identifica la reflexión crítica del autor, el ensayo es más bien una acumulación de frases o párrafos de otros autores.		El autor del ensayo aporta una reflexión crítica personal, si bien esta no está bien identificada o encuadrada en las conclusiones del ensayo.		Se incluye una reflexión crítica personal, y dicha reflexión es muy fácil de localizar en el apartado de conclusiones del ensayo.	
Las conclusiones permiten determinar si se ha verificado la hipótesis o tesis planteada en el ensayo	No se incluyen conclusiones o estas no guardan relación con la tesis plasmada en el texto.		Las conclusiones son muy genéricas, no permite evidenciar si la tesis inicial se ha verificado.		Las conclusiones son detalladas y permiten determinar inequívocamente la verificación o no de la tesis planteada.	
TOTAL Contenido (Máximo 6 puntos)						
CITACIONES BIBLIOGRÁFICAS						
Aplica de forma apropiada las normas APA (ejemplos de uso de normas APA adjuntos a esta rúbrica)	No se siguen las normas APA.		Mayoritariamente se siguen las normas APA, salvo pequeñas excepciones.		Aplicación correcta de las normas APA.	
TOTAL Citaciones Bibliográficas (Máximo 2 puntos)						
CALIFICACIÓN FINAL						

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez corregidos los ensayos por los estudiantes y por el profesor, para cada ensayo había un mínimo de tres notas, dos correspondientes a dos estudiantes y una del profesor. La nota final se obtuvo como la media aritmética de las anteriores, siempre que la diferencia entre las notas de los estudiantes y la del profesor fueran inferiores a 1.5 puntos. En caso de que la nota de alguno de los estudiantes se distanciara más de 1.5 puntos de la del profesor, esta no fue tomada en cuenta en el cálculo de la nota final. El número de notas de estudiantes que hubo que rechazar no fue elevado, en concreto se rechazaron aproximadamente el 12 % de las notas otorgadas por los estudiantes. Esto significa que el 88 % de las notas otorgadas por los estudiantes diferían en menos de 1.5 puntos de la otorgada por el profesor, algo que consideramos que es ya un buen indicio de la funcionalidad de la rúbrica. La media de todas las calificaciones otorgadas por los estudiantes fue 6.44 y la de las del profesor 6.42, con desviaciones estándar relativas de 21 % y 25 %, respectivamente. Se calcula también la diferencia entre la nota del profesor y la media de la otorgada por los estudiantes, siendo el valor medio de esta diferencia 0.82 puntos. Por otra parte, en la figura 2 se muestran los gráficos de correlación entre la nota del profesor y la otorgada por los estudiantes (A) y entre esta segunda y la nota final (B).

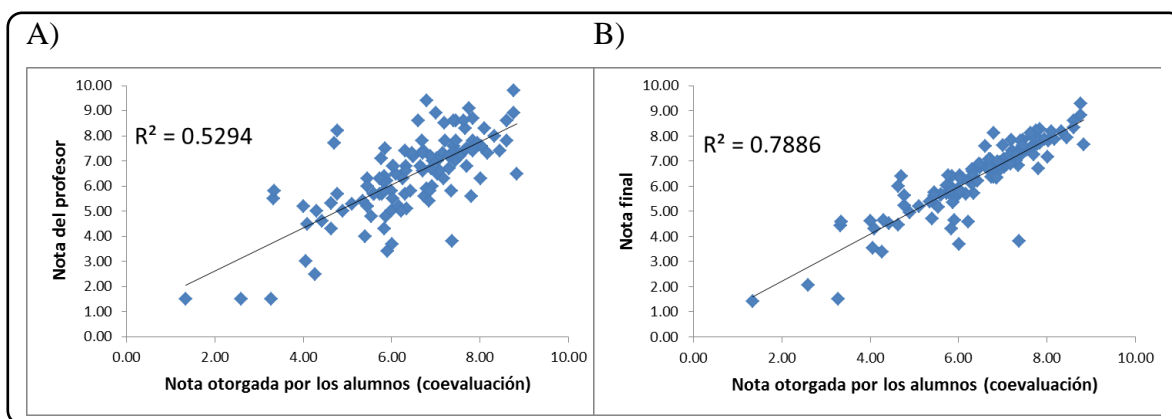


Figura 2. A) Correlación entre las notas otorgadas por profesor y alumnos. B) Correlación entre las notas otorgadas por los alumnos en la coevaluación y la nota final de la actividad.

Un total de 90 alumnos, del total de los que participaron en la experiencia respondieron a la encuesta. Como se especificó anteriormente, en la primera pregunta de la encuesta se les preguntaba acerca de su opinión general sobre el sistema de evaluación de los ensayos. Los resultados de la encuesta revelan que el 43 % de los encuestados están en desacuerdo y el 48 % de acuerdo con esta metodología de evaluación; el 6.7 % están muy en desacuerdo y el 4.4 % están muy de acuerdo. Sin embargo a la pregunta de si corregir los ensayos de otros les sirve para caer en la cuenta de los posibles errores que han podido cometer en sus propios ensayos, el 79 % contestó que sí.

Entre las ventajas sobre este sistema de evaluación más citadas por los estudiantes se pueden citar:

- la objetividad que aporta la rúbrica,
- el hecho de aprender de lo que otros compañeros han escrito,
- practicar la corrección, que será una tarea de su día a día como futuros maestros,

- caer en la cuenta de los errores propios, aprender de los fallos de los demás,
- desarrollar su visión crítica y
- la riqueza de tener distintos puntos de vista, en este caso, distintas notas entre las que hacer la media y no sólo la del profesor.

Con respecto a los inconvenientes, los más comúnmente citados por los estudiantes en la encuesta fueron:

- la falta de experiencia que puede ir en detrimento del trabajo de sus compañeros,
- que compañeros no se lo tomen en serio,
- falta de objetividad,
- que algunos compañeros no hayan trabajado bien la bibliografía proporcionada por el profesor y no tengan el nivel de formación suficiente para una corrección objetiva,
- que influyan las relaciones personales y
- la posible falta de competencia de algunos compañeros que impida la correcta aplicación de la rúbrica.

Cuando se les pidió a los estudiantes que, después de aplicar la rúbrica a la corrección de los ensayos de sus compañeros, clasificaran los suyos como no apto, apto o excelente, un 2% de los alumnos clasificó su propio ensayo como no apto, el 12% lo clasificó como excelente y el 84 % como apto. Además, otra tarea encomendada a los alumnos participantes fue seleccionar las emociones que habían sentido al corregir los ensayos de los compañeros. La emoción más señalada fue la preocupación, seguida de tensión, afinidad y nerviosismo.

5. CONCLUSIONES

Se demuestra la eficacia del empleo de rúbricas en la evaluación de trabajos cuya valoración puede tener un componente subjetivo importante, como es un ensayo crítico. En este caso, la rúbrica ha demostrado ser una herramienta de gran utilidad no sólo para el profesor, sino también para los estudiantes a los que se les ha encomendado la tarea de la evaluación entre iguales. La opinión de los estudiantes con respecto a la evaluación entre iguales está dividida casi en partes iguales, no obstante un gran porcentaje de los estudiantes participantes en la experiencia afirman que corregir el trabajo de sus compañeros les ayuda a reflexionar sobre los fallos propios.

6. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Junta de Extremadura y al Fondo Social Europeo por la financiación aportada para el desarrollo de esta investigación (Proyecto de ayuda de grupos de la Junta de Extremadura GR15009).

7. REFERENCIAS

- Borrachero Cortés, A.B. (2015). Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en Educación Secundaria. Tesis doctoral.
- Bosón Aventín, M. (2009). Desarrollo de competencias en educación superior. En Blanco A. (Ed.), Desarrollo y evaluación de competencias en educación superior (págs. 17-34). Madrid:Narcea, S.A. de ediciones.

- De Miguel Diez, M., Alfaro Rocher, I.J., Apodaca Urquijo, P., Arias Blanco, J.M., García Jiménez, E., Lobato Fraile, C. and Pérez Boullosa, A. (2006). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el marcos del EEES*. Oviedo: Editorial Universidad de Oviedo.
- García-Ros, A. (2011). Analysis and validation of a rubric to assess oral presentation skills in university contexts. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 9(3), 1043-1062.
- González-Gómez, D., Gallego-Picó, A., Garcinuño, R.M., Morcillo, M.J., Durand, J.S. and Fernández, P. (2015). Diagnostic and assessment of specific and transversal competences in chemistry studies in a distance education program. En E. de la Poza, J. Domènech, J. Lloret, E. Zuriaga Agustí (Ed.) *Head'15. Conference on higher education advance* (pp.576-580) Valencia: Editorial Universitat Politècnica de Valencia.
- Prieto Navarro, L., Blanco Blanco, A., Morales Vallejo, P., Torre Puente, J.C. (2008). Las rúbricas: un instrumento útil para la evaluación de competencias. En Prieto Navarro, L. (Ed.) *La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje. Estrategias útiles para el profesorado* (págs. 171-188). Barcelona: Ediciones Octaedro S.L.
- Torres Gordillo, J.J., Perera Rodríguez, V.H. (2010). La rúbrica como instrumento pedagógico para la tutorización y evaluación de los aprendizajes. *Pixel-Bit Revista y medios de comunicación*, 36, 141-149.
- van der Wende, M.C. (2000). The Bologna declaration: enhancing the transparency and competitiveness of European Higher Education. *Higher Education in Europe*, 25, 305-310
- Verano-Tacoronte, D., González-Betancor, S.M., Bolívar-Cruz, A., Fernández-Monroy, M. y Galván-Sánchez, I. (2016). Valoración de la competencia de comunicación oral de estudiantes universitarios a través de una rúbrica fiable y válida. *Revista Brasileira de Educação*, 21(64), 39-60.

Impartiendo Acidez y Basicidad en un bachillerato de México

Alvarado, C.,¹ Sosa, A. M.,² Garritz, A.[†]

¹ *Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, AP 70-186, C.P. 04510, México D.F. México.*

² *Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Avenida Universidad 3000, 04510, México D.F. México.*

clara.alvaradoz@gmail.com

RESUMEN

En la literatura existen escasos ejemplos concretos de maestros en su práctica, siendo conveniente mostrar cómo profesores con experiencia enseñan un tema en particular en el aula. El Conocimiento Didáctico del Contenido (Pedagogical Content Knowledge, según Shulman) es útil para comprender las creencias, el conocimiento y la práctica de los maestros. En este trabajo documentamos una de las dos herramientas metodológicas del CDC propuestas por Loughran, Mulhall y Berry: los Repertorios de Experiencia Pedagógica y Profesional, a través de observación no-participante de una maestra-tutor y una en formación, al enseñar la Química ácido-base en la dimensión Ciencia-Tecnología-Sociedad, en un aula de bachillerato de México, teniendo en cuenta el modelado, actividades de laboratorio y artículos de uso diario relacionados con el tema. Hay numerosos ejemplos de la importancia de este tema en la naturaleza y diversas actividades humanas, sin embargo, los estudiantes suelen presentar muchas concepciones alternativas al respecto.

Palabras clave:

Conocimiento Didáctico del Contenido, Química ácido-base, Maestros de ciencias de bachillerato, Repertorios de Experiencia Pedagógica y Profesional, Observación en el aula.

INTRODUCCIÓN

Al igual que diversos educadores, consideramos al maestro como el factor más importante en el aprendizaje del estudiante, pues selecciona los temas a discutir en clase para que los estudiantes generen y procesen la información para alcanzar el aprendizaje significativo y desarrollar la capacidad de aprender mediante diversas estrategias. Su conocimiento profesional le permite favorecer las modalidades de cambio en la representación de contenidos científicos; resaltar la importancia y aplicación de lo aprendido en otras disciplinas y contextos; evaluar cómo los estudiantes se apropian de los contenidos; etc.

La Química ácido-base es fundamental para comprender diversos fenómenos y procesos que se producen en la naturaleza y por diversas actividades humanas: En el campo de la medicina, la orina alcalina puede indicar enfermedad renal o infección del tracto urinario. Antiácidos y lluvia ácida son términos utilizados cotidianamente por la mayoría de la

gente, sin embargo, estudiantes de diferentes países y grados escolares, manifiestan diversos problemas conceptuales, procedimentales y actitudinales relacionados con el tema, introducido en el sistema escolar de México en el tercer grado de secundaria y, en general, incluido en los programas de estudio de asignaturas de Química y Biología del bachillerato, y de carreras universitarias como Química, Biología y Medicina, entre otras.

La investigación sobre la práctica de los maestros es uno de los temas principales de la investigación en la educación en ciencias (Mellado *et. al.*, 2006), sin embargo, no se ha investigado ampliamente la práctica de la enseñanza de la Química ácido-base en el aula.

La formación pedagógica de los maestros de ciencias en los niveles básico y de bachillerato en México, ha sido escasa y discontinua por diversas razones; además, se conoce poco acerca de los maestros de ciencias con experiencia en el salón de clase, por lo que consideramos necesario investigar y aprender más acerca de sus conocimientos y creencias, actitudes, hábitos y estrategias de enseñanza, para enriquecer la práctica de la enseñanza en el aula, en este caso, de la Química ácido-base.

EL DESARROLLO PROFESIONAL Y EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO

La colaboración entre maestros es una estrategia extraordinariamente eficaz para el desarrollo profesional en el mediano y largo plazo. Tutoría a maestros noveles o futuros maestros de diverso grado escolar, puede convertirse en una experiencia positiva de la educación continua y el desarrollo profesional. Para el maestro-tutor puede implicar colaborar con maestros de diferentes niveles, elaborar proyectos de enseñanza o de investigación conjunta, analizar la enseñanza de la ciencia y las situaciones de aprendizaje en un contexto real de la clase, y muchas otras acciones que lo ayudan a huir del aislamiento, por medio de una relación tutor-aprendiz (Hanuscín y Jian, 2009).

En las diadas maestro tutor - maestro aprendiz, no sólo los maestros con menor experiencia aprenden de los de más experiencia, sino el experto también aprende del novato. Los maestros con experiencia se transforman al participar con los estudiantes y con los profesores noveles en una actividad productiva conjunta, en una experiencia de aprendizaje mutua que sirve para mejorar la práctica de ambos.

Documentar el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), concebido por Shulman (1987) como Pedagogical Content Knowledge, para entender la compleja relación entre enseñanza y contenido, permite acceder a cómo los profesores de ciencias organizan y conceptualizan su enseñanza para que los estudiantes comprendan los conceptos que les enseñan. Es un campo de investigación que explora la esencia misma de la enseñanza.

Loughran *et. al.* (2004) describieron la Representación del Contenido y los Repertorios de Experiencia Pedagógica y Profesional, como herramientas para documentar el CDC. En este trabajo nos referimos a la segunda, mediante la observación en el aula, pero en relación con la primera ya documentada (Alvarado *et. al.*, 2015) sobre maestros mexicanos de bachillerato. Los Repertorios son *una ventana* a la realidad del aula (a la complejidad de una situación real de enseñanza-aprendizaje), donde el contenido da forma a la acción didáctica llevada a cabo por el maestro sobre un tópico particular, y se basan en observaciones *in situ*. Además, se tiene la ventaja de situarse en un contexto en el que los estudiantes están interactuando con el tópico. Los Repertorios pueden actuar como un disparador que puede ayudar a otros profesores a reflexionar sobre su práctica.

Hay ejemplos de investigaciones al entrevistar o encuestar a maestros sobre la Química ácido-base (Drechsler y van Driel, 2009), pero hay escasos ejemplos concretos de análisis de observaciones de profesores en acción en el aula.

La captura y la documentación de un Repertorio de la Química ácido-base en el bachillerato.

En un artículo (Alvarado *et. al.*, 2015) se presentó la metodología seguida y los resultados de documentar la Representación del Contenido de diez maestros mexicanos, con amplia experiencia en la enseñanza de la Química ácido-base en el bachillerato. En el presente trabajo ofrecemos el Repertorio resultante de la observación no participante en el aula en un plantel de bachillerato de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), de una de las maestras encuestadas reportadas (referida como T2 en el artículo citado), durante el desarrollo del mismo tema. La maestra en servicio (MenS en el trabajo presente), con 43 años de edad, Doctora en Química, con 23 años de experiencia en la enseñanza del tema, coautora de libros de texto de Química de nivel secundaria, actualizada en la enseñanza de la asignatura, con claro sesgo hacia actividades experimentales, participante de diversos proyectos educativos, reconocida como una profesional accesible, abierta al cambio y con alto espíritu de colaboración.

Durante las sesiones, la MenS supervisó a una maestra en formación (MenF) en período anual de entrenamiento de su práctica docente, dentro del marco curricular de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS)-Opción Química, en la Facultad de Química-UNAM. Dándole gran importancia al enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad y a las explicaciones a los niveles macroscópico, submicroscópico y simbólico, ambas planificaron las sesiones, durante las cuales se discutieron situaciones de la vida cotidiana, se introdujo la modelización, se trabajó en el laboratorio, etc. Con la correspondiente autorización, se grabaron en video las sesiones llevadas a cabo en un aula-laboratorio, en el "Colegio de Ciencias y Humanidades - Plantel Sur", de la UNAM, durante el curso normal al que asistían entre 26 y 30 estudiantes (de 16-18 años), a quienes se informó sobre el propósito de la observación, no expresando inconveniente en que las sesiones se grabaran en vídeo.

Ambas profesoras (MenS y MenF) dedicaron siete sesiones de alrededor de 90 minutos cada una (de las cuales se grabaron en video, ocho horas y cuarenta minutos), durante dos semanas consecutivas, para desarrollar el tema "Ácidos y bases" de la unidad "El suelo, fuente de nutrientes para las plantas", del curso de Química II, en el segundo semestre. Una grabación de una sesión experimental se perdió, pero se registró la siguiente sesión de la discusión de la misma. Se consideró esencial que la observación fuese no participante para evitar interferencias que podrían afectar el desarrollo de las sesiones de clase.

La técnica de registro de datos e instrumentos de observación se llevó a cabo por el sistema de categorización (de los subtemas tratados, las intervenciones de los profesores y estudiantes, etc.), como marco para recuperar los aspectos más importantes de las sesiones.

Nos propusimos elaborar el registro anecdótico de los aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales, manifestados por las maestras (MenS y MenF), dado que la interacción entre profesor y estudiantes no es usualmente grabada.

Se transcribió literalmente todo el material grabado en video. Se efectuaron algunos pequeños ajustes en el orden del material escrito para organizar las seis sesiones observadas y reunir todo el contenido de cada uno de los subtemas determinados. El

documento transcrito se enriqueció con imágenes capturadas del video, o con dibujos que favorecieron la comprensión de lo expresado, para enriquecer la información del Repertorio.

DETALLANDO LO OBSERVADO

Se describe brevemente el contenido de cada una de las sesiones, considerando los principales subtemas abordados durante el desarrollo de las sesiones, citando literalmente, en cursiva, algunas intervenciones de las maestras (MenS y MenF) y los estudiantes.

► Durante la primera sesión, conducida principalmente por la MenF, los tópicos principales fueron: ¿Por qué estudiar la Química?; la dualidad ácido-base; y, las características y propiedades de los ácidos y bases a nivel macroscópico. Ella habló con los estudiantes sobre el estudio de la química y comentó sobre los procesos naturales que implican cambios físicos, químicos y biológicos.

MenF indicó que al clasificar se establecen criterios arbitrarios para formar subconjuntos según lo que interese, así para los clasificadores de basura el papel es inorgánico, para los químicos es orgánico. Se pidió a los alumnos que por equipo pensarán en términos relacionados con la química que pudieran clasificarse en dos categorías; ellos citaron términos como soluble-insoluble, combustible-no combustible, metal-no metal, orgánico-inorgánico. Entonces, se les pidió indicar términos ajenos uno con otro (dicotómicos o duales) y citaron: conductor-aislante, catión-anión, oxidación-reducción, hidrofílico-hidrofóbico, y otros; al citar ácido-base, se indicó que la dualidad ácido-base iba a ser el contenido científico de las siguientes sesiones. Los alumnos leyeron el artículo “Dicotomías: el mundo partido en dos”, de Martín Bonfil Olivera, de la revista *¿Cómo ves?* de la UNAM, No. 113, de abril de 2008, para entender mejor lo anterior.

Cuando les preguntó acerca de ejemplos de ácidos, los estudiantes citaron como ejemplos:

- Ácido cítrico, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico y ácido acetilsalicílico, pero también, gástrico, limón y orina.

Al mencionarse gástrico, limón y orina, MenF indicó que eran mezclas que contenían respectivamente a los ácidos clorhídrico, cítrico y úrico.

Cuando un estudiante citó el bicarbonato como un ejemplo de una base, MenS preguntó a los alumnos *¿Cómo pueden comprobar que es una base?*

- Porque cuando lo combinas con limón... sabe salado, entonces se supone que cuando mezclas un ácido con una base se forma una sal.

-Lo disuelvo en agua y mido el pH.

MenF comentó con ellos acerca de características y propiedades de los ácidos y las bases.

Se encargó de tarea poner mucha atención en periódicos, televisión, Internet, etc., para identificar información sobre ácidos y bases.

► La segunda sesión, conducida principalmente por la MenS, trató acerca de la acidificación de los océanos y de los tres niveles en que se aborda el estudio de la química.

Al platicar sobre la acidificación de los océanos y sus consecuencias, una alumna preguntó:

- ¿Entonces dentro de diez años ya no va a ser tan seguro meternos al mar?

MenS expresó que no había que tomarlo tan a la tremenda, pero para ambientes marinos variaciones de algunas décimas de pH, podían significar cambios muy grandes, y no todos los mares y océanos se estaban acidificando en la misma proporción.

MenS comentó posteriormente que el que aumente la acidez y disminuya el pH es una idea complicada para los alumnos.

Al explicar los tres niveles o puntos de vista de la Química (descriptivo-macroscópico, sub-microscópico y simbólico), MenS dijo que los tres eran igualmente importantes.

MenF indicó que sería interesante hablar de las reacciones ácido-base, en relación a alguna situación conocida, como la acidez estomacal. Como tarea pidió investigar el nombre comercial, principio activo, precio, dosis recomendada y presentación (tabletas, suspensión, etcétera), de antiácidos.

Luego, MenS planteó imaginarse que se tenía un ácido en un vaso y una base en otro y, entonces, expresar qué características y propiedades se esperaba detectar en cada uno de ellos, y qué cambios se esperaba encontrar después de la reacción entre ambos.

Al respecto un alumno expresó:

Como las dos sustancias son muy corrosivas y tienden a reaccionar fácilmente al momento de juntarlas, emplean tanta energía que cuando termina la reacción entre ellas, esta propiedad desaparece y es cuando nos referimos a la neutralización de las sustancias.

MenS pidió describir en una hoja, por equipos, qué pasaba a nivel submicroscópico, antes y después de que sucediese esa reacción. Se dijo que con eso ya se podía armar un modelo a nivel de las partículas que interactuaban.

► La tercera sesión se dedicó a Modelización, introduciendo el tema con la expresión: “Representa, dibuja o explica, lo que está ocurriendo a nivel de partícula cuando se ponen en contacto el bicarbonato y el jugo de limón”, y antes de tratar directamente el tema, se discutió el concepto de modelo, mediante la proyección de tres mapas diferentes de la Ciudad de México (Fig.1), preguntando qué información proporcionaba cada uno de ellos.



Figura 1. Mapa de estaciones del Metro de la Ciudad de México; Mapa de calles, puntos turísticos, etc.; y Mapa de líneas del transporte ferroviario (Metro, Tren ligero y Tren eléctrico).

Se discutieron las características, información proporcionada, ventajas y desventajas de cada uno de ellos; MenF preguntó si alguno era mejor que los otros y de qué dependería.

Un alumno expresó: *No. De las necesidades, de lo que conoces.*

MenF indicó que efectivamente no podía decirse que uno fuera mejor que otro, que dependería de para qué lo necesitaran. Entonces, ella preguntó *¿Qué es un modelo?*

Una alumna expresó: *Es cómo te imaginas las cosas que no podemos ver.*

MenS citó que los modelos no necesariamente representaban cosas que no podemos ver. Con MenF presentó y discutió diversos modelos del átomo, de los estados de agregación, de una molécula de metano, del proceso de Haber-Bosch, y otros. Citó que la Química es una ciencia de modelos.

Finalmente como recapitulación de la sesión se presentó y discutió la siguiente información: a) Los científicos, en general, usan múltiples tipos de representación o modelos para expresar sus ideas; b) Como cada tipo de modelo aporta cierta información y omite otra, es muy importante estar conscientes del alcance y limitaciones de cada modelo; c) Conocer diversas formas de representar algo puede favorecer una comprensión más profunda del objeto o fenómeno; d) No es apropiado juzgar como “incorrecto” un modelo, sólo porque lo aprendimos en las primeras etapas escolares (por ej. Moléculas de agua como esferas); e) Los modelos se crean para poner a prueba las ideas y se modificarán cuando se necesite informar de o ayudar al desarrollo de las ideas.

► La cuarta sesión, conducida por MenS, trató esencialmente de más propiedades de los ácidos y las bases, principalmente a nivel microscópico, iniciando la explicación con la ecuación incompleta de la reacción del aluminio y el ácido clorhídrico. También explicó la interacción del cloruro de hidrógeno con el agua para formar el ácido clorhídrico, mediante diversos dibujos, incluyendo la siguiente representación (Fig. 2):

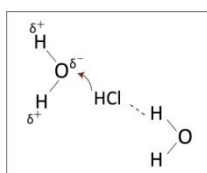


Figura 2. Representación de una etapa de la interacción de una molécula de agua y una de cloruro de hidrógeno.

► La quinta sesión trató sobre la historia de los ácidos y las bases, así como de la acidez estomacal, la gastritis y los antiácidos.

Se revisó una tarea sobre la historia de los ácidos y las bases, se preguntó acerca de los modelos propuestos para explicar las propiedades y reacciones de los ácidos y las bases y cómo lo buscarían en Internet. MenF explicó una estrategia sencilla para búsqueda en Internet escribiendo las palabras clave, por ejemplo, Ácido, base, historia, modelo. Se platicó al respecto de la evolución histórica de los conceptos ácido y base desde la Antigüedad, citando a personajes como Lavoisier, Davy, Arrhenius, y Brönsted-Lowry.

Al abordar el tema de acidez estomacal, gastritis y antiácidos, MenF se refirió a una lectura previa sobre la acidez estomacal, para discutir sobre el comportamiento del HCl, el ácido que tenemos en el estómago, para lo cual se consideró muy útil la discusión en sesión anterior sobre la interacción del HCl y el agua. Interrogó sobre qué tipo de antiácidos existían y cómo actuaban, por qué se producía la gastritis y cómo era que la bacteria *Helicobacter pylori* la producía. Un alumno citó al respecto:

- Los antiácidos son de dos tipos: a) Los no sistémicos (reaccionan con el ácido clorhídrico del estómago formando una sal que no se llega a absorber, acción lenta y prolongada. Son las sales de magnesio, de aluminio y de calcio); y b) Los sistémicos (reaccionan con el ácido clorhídrico del estómago, una porción de la sal se absorbe en las paredes del estómago, acción potente y rápida, pero

con efectos transitorios, como el hidróxido de magnesio y el bicarbonato de sodio).

Se completó en el pizarrón una tabla sobre los antiácidos más comunes en México, con la información que los alumnos iban proporcionando sobre su principio activo y presentación.

► La sexta sesión se inició con la discusión de una actividad de laboratorio llevada a cabo, por equipo, para medir el pH de disoluciones de diversos antiácidos comerciales al reaccionar con ácido clorhídrico, para determinar cuál era el mejor. Se concluyó que el mejor antiácido fue el que cumplió con el criterio: "Será el mejor, aquel que con menor cantidad alcance a neutralizar una mayor cantidad de ácido".

MenS mencionó que el modelo de Arrhenius era el modelo más sencillo, el primero que hubo y que explicó un montón de cosas, pero que había muchos modelos de ácidos y bases.

Posteriormente, se dialogó con respecto a una lectura que trata de algunas de las causas de la acidez estomacal, de las cuatro fases en que se lleva a cabo la secreción del HCl (cefálica, gástrica, intestinal e interdigestiva) y de las dos funciones principales del HCl: La descomposición de las proteínas y la antibacteriana.

CONSIDERACIONES FINALES

En términos generales, durante las sesiones, MenS se orientó a las propiedades de ácidos y bases a nivel sub- microscópico y el modelo de Arrhenius; mientras que MenF se centró en los ácidos y las bases como una dicotomía, e hizo un muy buen trabajo con el tema acidificación de los océanos y sus consecuencias, que tuvieron un gran impacto en los estudiantes e introdujo adecuadamente el tema de modelización. Ambas abordaron ampliamente el de gastritis y acidez estomacal.

Como resultado de la observación no participante llevada a cabo durante el desarrollo de las seis sesiones, se señalan algunos de los aspectos más sobresalientes vinculados con los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, que se percibieron:

a) Con respecto a contenidos conceptuales, además de abordar los conceptos clave de la Química ácido-base, tales como: pH, iones hidrógeno e hidróxido, indicador de pH, reacción ácido-base, reacción de neutralización, reacción de ácidos y metales, etc., destaca que ambas profesoras recalcaron mucho acerca de tópicos como modelos, evolución histórica de los conceptos ácido y base, acidificación de los océanos y acidez estomacal. Es interesante citar que la Química ácido - base se abordó ampliamente a los niveles macroscópico, submicroscópico y simbólico

b) Acerca de contenidos procedimentales destaca la gran importancia que otorgaron tanto la profesora titular como la profesora en formación, a la promoción entre los alumnos de actividades de modelización y búsqueda, análisis y síntesis de información sobre la evolución histórica de los conceptos ácido y base. Así mismo, promovieron la participación de los alumnos para desarrollar en ellos las habilidades de predicción y de elaboración de hipótesis, así como de observación para explicar y argumentar sobre la actividad de laboratorio que desarrollaron y los resultados que obtuvieron.

c) Entre los contenidos actitudinales se puede mencionar la adecuada coordinación mostrada entre ambas profesoras durante su participación en las sesiones, la cual generó un ambiente de confianza entre los alumnos que se percibió por la continua participación al preguntar o comentar con respecto a los temas tratados. Destaca un comentario de la

profesora titular, posterior a las sesiones, al reconocer que anteriormente ella no abordaba aspectos históricos vinculados con la Química ácido-base.

BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, C., Cañada, F., Garritz, A. and Mellado, V. (2015). Canonical Pedagogical Content Knowledge by CoRes for teaching acid-base chemistry at high school, *Chemistry Education: Research and Practice*, **16**, 603-618.

Drechsler, M. and van Driel, J. H. (2009). Teachers' perceptions of the teaching of acids and bases in Swedish upper secondary schools, *Chemistry Education: Research and Practice*, **10**(2), 86–96.

Hanuscin, D. and Jian, J. (2009). Critical Incidents in the Development of *Pedagogical Content Knowledge* for Teaching the Nature of Science: Insights from a Mentor-Mentee Relationship, Proceedings of the NARST 2009 Conference, Garden Groves, CA, USA, April 16th to 21th.

Loughran, J., Mulhall, P. and Berry, A. (2004). In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, **41**(4), 370-391.

Mellado, V., Ruiz, C., Bermejo, M. and Jiménez, R. (2006). Contributions from the philosophy of science to education of science teachers. *Science and Education*. **15**(5), 419-445.

Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, **57**(1), 1- 22.

Las Prácticas de Campo en la enseñanza de la Biología y la formación docente: estado actual de conocimiento

Amórtegui, E.,¹ Gavidia, V.,² Mayoral, O.²

1. Programa Licenciatura en Ciencias Naturales. Universidad Surcolombiana. 2. Dpto. Didáctica CC. Experimentales y Sociales. Universidad de Valencia.

elias.amortegui@usco.edu.co

RESUMEN

La presente comunicación muestra el estado actual de conocimiento sobre las prácticas de campo en la enseñanza de la Biología y en la formación de docentes de esta disciplina, a través de una revisión documental realizada sobre las publicaciones en revistas y congresos internacionales especializados en educación en ciencias naturales y enseñanza de la Biología durante los últimos 10 años. Observamos cuatro tendencias en las publicaciones: Revisiones/reflexiones, Investigaciones sobre enseñanza-aprendizaje, Investigaciones de las Concepciones sobre prácticas de campo y Relación con el Conocimiento Profesional del Profesor. En cada una de ellas mostramos sus principales características, enfoques, problemas y poblaciones de estudio. Por último señalamos la importancia de estudiar las prácticas de campo en la formación inicial del profesorado de Biología.

Palabras clave

Trabajo Práctico, Práctica de Campo, Enseñanza de la Biología, Formación Docente, Conocimiento Profesional del Profesor.

INTRODUCCIÓN

Las prácticas de campo y de laboratorio son considerados como una estrategia de gran potencialidad en la enseñanza de las ciencias naturales: se utilizan procedimientos específicos para resolver diversas situaciones, poseen una enorme potencialidad en el incremento de la motivación hacia las ciencias experimentales, mejoran la comprensión de los planteamientos científicos, facilitan la construcción del conocimiento científico y generan actitudes positivas hacia la ciencia en general (Del Carmen & Pedrinaci, 1997; Del Carmen, 2000, Caamaño, 2003; Del Carmen, 2011). En términos de la formación del profesorado, una de las mayores dificultades consiste en que los docentes en ejercicio cuentan con una preparación insuficiente sobre qué y cómo enseñar en la naturaleza, ya que ni los cursos de formación inicial ni los de formación permanente aportan, hasta hoy, un adecuado conocimiento didáctico del contenido necesario para enseñar particularmente en el campo (Del Toro & Morcillo, 2011). Por otra parte, cabe destacar que las investigaciones sobre la problemática de la enseñanza acerca de los trabajos de campo son escasas en la enseñanza de la Biología y en la formación de profesores de ésta ciencia (a diferencia de otras disciplinas, como la Geología). Esta situación la señalan Valbuena, Correa & Amórtegui (2012), que estudian el contenido de 161 artículos sobre enseñanza de la Biología publicados durante los años 2007 y 2008 en 17 revistas especializadas en enseñanza de las ciencias naturales (incluyendo algunas con

especialidad en enseñanza de la Biología). Estos autores muestran que la mayoría de estudios abordan problemas relacionados con la enseñanza-aprendizaje (32,9%), las nociones acerca de conceptos biológicos específicos (18,5%) y aspectos referentes a los trabajos prácticos (14,3%); el porcentaje restante corresponde a TICs, evaluación del aprendizaje, historia y epistemología, entre otros.

El objetivo de esta comunicación es conocer el estado actual de los estudios acerca de las prácticas de campo en la enseñanza de la Biología y además su relación con la formación docente, es decir, examinar investigaciones en las que se realice un ejercicio sistemático de análisis y en las que se haga explícita la práctica de campo como eje central del estudio, ya fuera en la enseñanza o en la formación de docentes de Biología.

METODOLOGÍA

Para el siguiente estudio hemos revisado de manera sistemática las publicaciones realizadas en el periodo 2005-2015 en 28 revistas sobre educación en ciencias naturales de diversos países, tomando como base el estudio de Valbuena, Correa & Amórtegui (2012), de ellas, tres corresponden específicamente a la enseñanza de la Biología (*Journal of Biological Education*, *The American Biology Teacher* y *Revista Biografía, Escritos sobre la Biología y su enseñanza*). También tuvimos en cuenta eventos, tanto europeos como latinoamericanos sobre educación en ciencias naturales y enseñanza de la Biología. Para la selección del material hemos revisado en particular los apartados de *Abstract* y *Keywords*. De igual forma aclaramos que los trabajos denominados *out-door of the school*, tales como la visita a museos, zoológicos, jardines botánicos o centros interactivos de ciencias naturales, no los hemos tomado como prácticas de campo, pues consideramos que son actividades muy particulares y específicas, mientras que las prácticas de campo pueden ser más generales, abarcar grandes temáticas y merecen una consideración específica en el campo de la enseñanza de la Biología y en la producción de conocimiento científico.

RESULTADOS

Se han identificado cuatro grandes tendencias sobre los trabajos acerca de prácticas de campo en la enseñanza de la Biología (32 publicaciones en total¹): *Revisiones-reflexiones* (12,9%), *Investigaciones sobre enseñanza-aprendizaje* (35,4%), *Investigaciones acerca de las concepciones sobre Prácticas de Campo* (32,2%) y *Relación con el Conocimiento Profesional del Profesor* (19,3%). A continuación mostramos algunos ejemplos y características de estas tendencias.

Revisiones/reflexiones

Esta tendencia agrupa investigaciones que realizan revisiones documentales sobre el trabajo de campo o reflexiones sobre su importancia en la enseñanza de la Biología. Podemos citar los trabajos de Cutter (1993), Mick (1996), Lock (2010) y Rodríguez & Amórtegui (2012). Los tres primeros corresponden al Reino Unido. Cutter (1993) y Lock (2010) realizan aproximaciones hacia el estado actual de los trabajos de campo desde la perspectiva curricular. Mick (1996) y Rodríguez & Amórtegui (2012) reflexionan sobre el trabajo de campo y laboratorio en Biología, y sobre su importancia en la enseñanza del concepto de Biodiversidad, de acuerdo a los estándares curriculares de Colombia en los últimos autores. Solo en el trabajo de Lock (2010) encontramos una postura

¹ Incluimos los trabajos de Cutter (1993), Mick (1996), Alarcón & Piñeros (1989), Manzanal, Rodríguez & Casal (1999), Morcillo *et al* (1998), García, Martínez & Mondelo (1998) y Rodrigo *et al*, (1999), dada su relevancia en el reporte realizado en Amórtegui & Correa (2012).

metodológica, además de un problema concreto de investigación y un tratamiento de resultados.

Investigaciones sobre enseñanza-aprendizaje

En esta categoría se consideran las prácticas de campo como eje central y se muestra el impacto de su realización en el marco de la enseñanza de la Biología, tanto en educación primaria, como secundaria y universitaria. Aquí encontramos los trabajos de Alarcón & Piñeros (1989), Manzanal, Rodríguez & Casal (1999), Anderson, Thomas & Nashon (2008), Legarralde, Vilches & Darrigran (2009), Judson (2011), Morag & Tal (2012), Gómez (2014), Tal, Lavie Alon & Morag (2014), Lavie Alon & Tal (2015), Flórez & Gaitán (2015) y Guarnizo, Puentes & Amórtegui (2015).

Para Manzanal, Rodríguez & Casal (1999) y Legarralde, Vilches & Darrigran (2009), las investigaciones se han centrado en el aporte del trabajo de campo en estudiantes españoles de secundaria y estudiantes de carreras biológicas de Argentina respectivamente, concluyendo que éste permite comprensión de los conceptos y principios de la Ecología y la generación de actitudes más favorables en la defensa de los ecosistemas.

En el contexto Israelí, los estudios se han realizado tomando como referencia el *Field Trip in Natural Environments (FiNE)*; Morag & Tal (2012) analizan 22 salidas de campo con estudiantes de 4° y 6° grado de diversas escuelas y condiciones a parques naturales desde 2006 a 2009, en las que predomina el uso de pedagogías tradicionales y se resalta la importancia de las interacciones sociales y físicas en el aprendizaje. Tal, Lavie Alon & Morag (2014) realizan en el contexto de escuelas de Israel el análisis de 62 salidas de campo con estudiantes de entre 10 y 14 años, concluyendo que son cuatro elementos los que constituyen una práctica de campo de alta calidad: actividad-acción, involucramiento de profesores, uso del entorno, y el aprendizaje social. Por último, Lavie Alon & Tal (2015) analizan los aprendizajes alcanzados por los estudiantes logrados en 26 salidas a ambientes naturales, estudiando varias características de éstas, como su preparación, su pedagogía y su conexión con el currículo. Los estudiantes obtienen su aprendizaje en el ámbito cognitivo, afectivo y comportamental, destacando la conexión con la vida diaria, independientemente de sus condiciones socio-económicas.

En el contexto de Norteamérica, Anderson, Thomas & Nashon (2008), realizan un seguimiento a una salida de campo de estudiantes de Biología de secundaria (15-16 años) de una escuela de Canadá a una reserva ecológica. El estudio concluye que existen factores metasociales y metacognitivos que influyen en la efectividad del aprendizaje de forma contraproducente. Por su parte, Judson (2011) estudia la forma en la que el trabajo de campo puede afectar la construcción de modelos mentales que elaboran estudiantes de 4° y 7° grado (9-13 años) sobre el ambiente desértico al visitar *The Sonoran Desert Center* en Estados Unidos.

Señalamos para el caso colombiano las propuestas realizadas por Alarcón & Piñeros (1989), Gómez (2014), Flórez & Gaitán (2015) y Guarnizo, Puentes & Amórtegui (2015). Alarcón & Piñeros (1989) es el primer estudio colombiano en este campo. Gómez (2014) se centra en el trabajo de Investigación como Estrategia Pedagógica para la conservación del ecosistema de páramo en estudiantes de educación secundaria de una institución de Bogotá. En el Departamento del Huila (Colombia), los trabajos de Flórez & Gaitán (2015) y Guarnizo, Puentes & Amórtegui (2015) constituyen un primer referente sobre el trabajo de campo para la enseñanza y aprendizaje de la Biología en la región. El primero, realizado en educación primaria rural, sustenta la importancia de esta estrategia en el fomento de actitudes de conservación de la avifauna; el segundo realizado en educación secundaria rural, muestra el impacto de las salidas de campo en el aprendizaje de

contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales sobre la riqueza y abundancia biológica vegetal.

Investigaciones de las Concepciones sobre prácticas de campo

En tendencia hemos encontrado un mayor número de investigaciones. Mostramos dos agrupaciones teniendo en cuenta la población sujeto de estudio: *alumnado* y *profesorado*. Para el alumnado (la más escasa) encontramos los trabajos de Goulder, Scott & Scott (2013) y Grandi & Motokane (2014). El primero analiza un curso previo a la carrera de Biología en la Universidad de Hull (Reino Unido) en el que a través de cuestionarios hallaron que los factores demográficos/personales tienen poca influencia sobre su apreciación del trabajo de campo. Grandi & Motokane (2014), abordaron el 7º grado de una escuela en Brasil, destacando la importancia de la guía de campo a la hora de generar mayores elementos argumentativos en la comprensión del trabajo de campo. Para el profesorado (la más frecuente) encontramos una gran diversidad a nivel internacional (principalmente España, Portugal, Brasil, Venezuela), siendo las concepciones del profesorado de ciencias naturales y del profesor de Biología el objeto de estudio más abordado (muy pocos sobre sus prácticas docentes). Los trabajos de Morcillo *et al* (1998), García, Martínez & Mondelo (1998), Tilling (2004), Dourado (2006), Nunes & Dourado (2009), Berezuki, Obara & Silva (2009), Stolpe & Björklund (2012) y Del Toro (2014) se han centrado en las concepciones del profesorado en activo. Siguiendo esta línea, encontramos estudios centrados en la formación inicial docente (la menos frecuente), (Rodrigo *et al*, 1999; Ríos & Rueda, 2009; Costillo *et al*, 2014), que con metodologías cualitativas permiten vislumbrar que los futuros docentes consideran fundamental el trabajo de campo en su futuro quehacer docente. Por último, Stolpe & Björklund (2012) analizan la capacidad de dos docentes de Ecología suecos de atender a detalles esenciales en un complejo ambiental durante una excursión de campo, así como la forma en la que enseñan esta habilidad a sus estudiantes.

Relación con el Conocimiento Profesional del Profesor

Teniendo en cuenta que la línea de investigación sobre el Conocimiento de los Profesores se ha convertido en un referente mundial para comprender el quehacer docente desde el punto de vista teórico y metodológico (Abell, 2008) hemos considerado como última tendencia aquellas investigaciones que abordan los trabajos de campo en la formación inicial de docentes desde el Conocimiento del Profesor. Aquí encontramos los trabajos de Amórtegui, Gutiérrez & Medellín (2009), Tal & Morag (2009), Amórtegui (2011), Amórtegui & Correa (2012), Sánchez & Escobar (2014) y Amórtegui (2014). En esta perspectiva los enfoques metodológicos han sido principalmente cualitativos, a través del empleo del análisis de contenido. Los objetos de estudio han sido diversos, por un lado Amórtegui & Correa (2012) analizan el impacto de las prácticas de campo en las que los futuros docentes han participado como aprendices de Biología (en asignaturas disciplinares como Ecología, Sistemática, etc.) y la adquisición de conocimientos teóricos y prácticos. Por otra parte, Amórtegui, Gutiérrez & Medellín (2009), Amórtegui (2011) y Amórtegui (2014) se han centrado en las concepciones sobre las salidas de campo en la enseñanza de la Biología de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional y de la Universidad Surcolombiana, evidenciando que en este alumnado prima la reafirmación de la teoría con la práctica, y la enseñanza-aprendizaje de contenidos conceptuales y procedimentales, siendo las actitudes un elemento ausente. Por último, el trabajo de Tal & Morag (2009) analiza la importancia de la reflexión en la formación y ejercicio docente al momento de trabajar con salidas de campo, a través del diseño de

materiales, sesiones de enseñanza y actividades de reflexión sobre el uso del *Ecological Garden* (Israel).

CONCLUSIONES

Podemos identificar cuatro grandes tendencias en los estudios sobre las salidas de campo: *Revisiones-reflexiones*, *Investigaciones sobre enseñanza-aprendizaje*, *Investigaciones acerca de las concepciones sobre prácticas de campo*, y la *Relación con el Conocimiento Profesional del Profesor*. Cada una presenta unas particularidades en cuanto a metodología, contextos, problemáticas específicas de estudio y poblaciones abordadas. Observamos que en la literatura existen aspectos que no han sido investigados en profundidad, como la relación trabajo de campo-trabajo de laboratorio, las concepciones del alumnado y su relación con las concepciones sobre prácticas de campo de sus docentes. Tampoco hemos encontrado reportes que muestren la contribución del diseño de prácticas de campo por parte de futuros docentes en el contexto de su formación inicial y por ende el aporte de esta actividad formativa a la construcción del Conocimiento del Profesor es incipiente. Nuestra revisión permite destacar la necesidad de investigar con mayor profundidad las concepciones del profesorado en su formación inicial. Los docentes en ejercicio comparten de manera generalizada que la actividad de campo es fundamental para que los alumnos aprendan ciencias, aunque en sus prácticas esto esté ausente o se realice desde perspectivas didácticas tradicionales. Dada la potencia del Conocimiento Profesional del Profesor, consideramos importante realizar desde esta perspectiva futuras investigaciones que permitan caracterizar la contribución de las prácticas de campo en la construcción de este conocimiento particular de los docentes.

BIBLIOGRAFÍA

Abell, S. (2008). Twenty Years Later: Does Pedagogical Content Knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*. 30 (10), 1405-1416. DOI: DOI:10.1080/09500690802187041.

Alarcón, Y., & Piñeros, I. (1989). *Las salidas de campo como un recurso pedagógico. Modelo de una salida*. Tesis para optar al título de Licenciado en Biología y Química. Universidad de la Salle. Bogotá.

Amórtegui, E. (2011). *Concepciones sobre prácticas de campo y su relación con el conocimiento profesional del profesor, de futuros docentes de biología de la universidad pedagógica nacional*. Tesis para optar al título de Magíster en Educación. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D.C.

Amórtegui, E. (2014). Aproximación a las concepciones acerca de los trabajos prácticos en futuros docentes de ciencias naturales de la universidad Surcolombiana. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. Año 2014, Número Extraordinario. Memorias, Sexto Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias. 08 al 10 de octubre de 2014, Bogotá.

Amórtegui, E., Gutiérrez, A., & Medellín, F. (2009). Las prácticas de campo en la construcción del conocimiento profesional de futuros profesores de biología. *Bio-grafía, escritos sobre la biología y su enseñanza*. 3 (5), 64-82.

Amórtegui, E., & Correa, M. (2012). *Las Prácticas de Campo Planificadas en el Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional. Caracterización desde la perspectiva del Conocimiento Profesional del Profesor de Biología*. Bogotá: Fundación Francisca Radke y Universidad Pedagógica Nacional.

Anderson, D., Thomas, G., & Nashon, S. (2008). Social Barriers to Meaningful Engagement in Biology Field Trip Group Work. *International Journal of Science Education*, 93 (3), 511-534. DOI: 10.1002/sce.20304

Berezuki, P., Obara, A., & Silva, E. (2009). *Concepções e práticas de professores de ciências em relação ao trabalho prático, experimental, laboratorial e de campo*. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 2817-2822.

Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. En Jiménez (Coord) *Enseñar ciencias*. Ed. Grao. pp. 95-118.

Costillo, E., Borrachero, A., Villalobos, A., Mellado, V., & Sánchez, J. (2014). Utilización de la modelización para trabajar las salidas al medio natural en profesores en formación de educación secundaria. *Revista Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su enseñanza*. 7 (13). 165 – 175.

Cutter, E. (1993). Fieldwork: An essential component of biological training. *Journal of Biological Education*. 27 (1). 3-4. DOI:10.1080/00219266.1993.9655292

Del Carmen, L., & Pedrinaci, E. (1997). El uso del entorno y el trabajo de campo. En Del Carmen (coord) *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Editorial Horsori.

Del Carmen, L. (2000). Los trabajos prácticos. En Perales, J. y Cañal, P. (coord) *Didáctica de las ciencias experimentales*. Editorial Marfil Alcoy: España.

Del Toro, R. (2014). *Concepciones y prácticas del profesorado acerca de las actividades de campo en educación secundaria de Biología en diferentes contextos educativos: los casos de Dinamarca, Campiñas (Sao Paulo, Brasil) y la comunidad de Madrid*. Tesis para optar al grado de Doctor. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.

Dourado, L. (2006). Concepções e práticas dos professores de ciencias naturais relativas à implementação integrada do trabalho laboratorial e do trabalho de campo. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*. 5 (1), 192-212.

Flórez, J., & Gaitán, E. (2015). *Enseñanza de la avifauna a través de salidas de campo en estudiantes de grado cuarto y quinto de primaria de la Institución Educativa Guacirco sede Peñas Blancas, (Vereda Peñas Blancas, Neiva, Huila, Colombia)*. Tesis para optar al título de Licenciado en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana.

García, S., Martínez, C., & Mondelo, A. (1998). Hacia la innovación de las actividades prácticas desde la formación del profesorado. *Enseñanza de las ciencias*. 16 (2). 353-366.

Scott, G. W., Boyd, M., Scott, L., & Colquhoun, D. (2015). Barriers to biological fieldwork: What really prevents teaching out of doors? *Journal of Biological Education*, 49(2), 165-178. DOI:10.1080/00219266.2014.914556

Grandi, L. & Motokane, M. (2009). Reflexões sobre as características de um trabalho de campo que estimule a argumentação e a enculturação científica dos alunos. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 849-852.

Gómez, M. (2014). Las prácticas de campo una estrategia didáctica para conservar el ecosistema de páramo desde el estudio ecofisiológico del frailejón (Asteraceae:

Espeletia). Revista *Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*. Edición Extraordinaria.

Goulder R., Scott, G. W., & Scott, L. J. (2013). Students' Perception of Biology Fieldwork: The example of students undertaking a preliminary year at a UK university, *International Journal of Science Education*, 35 (8), 1385-1406. DOI:10.1080/09500693.2012.708796.

Guarnizo, M., Puentes, O., & Amórtegui, E. (2015). Diseño y aplicación de una unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje del concepto diversidad vegetal en estudiantes de noveno grado de la institución educativa Eugenio Ferro Falla, Campoalegre, Huila. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 37, 31 – 49.

Judson, E. (2011). The Impact of Field Trips and Family Involvement on Mental Models of the Desert Environment. *International Journal of Science Education*, 33 (11), 1455-1472. DOI:10.1080/09500693.2010.495758

Lavie Alon, N. & Tal, T. (2015). Student Self-Reported Learning Outcomes of Field Trips: The pedagogical impact. *International Journal of Science Education*, 37 (8), 1279-1298. DOI:10.1080/09500693.2015.1034797

Legarralde, T. Vilches, A. & Darrigran. G. (2009). El trabajo de campo en la formación de los profesores de Biología: Una estrategia didáctica para mejorar la práctica docente. *II Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*, 28 al 30 de octubre de 2009, La Plata.

Lock, R. (2010). Biology fieldwork in schools and colleges in the UK: An analysis of empirical research from 1963 to 2009. *Journal of Biological Education*, 44 (2), 58-64. DOI:10.1080/00219266.2010.9656195

Manzanal, R, Rodríguez, L., M. & Casal, M. (1999). Relationship between Ecology Fieldwork and Student Attitudes toward Environmental Protection. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (4), 431-453. DOI: 10.1002/(SICI)1098-2736(199904)36:4<431::AID-TEA3>3.0.CO;2-9.

Mick, N. (1996). Practical work in school biology-evaluation, distortion, and deception. *Journal of Biological Education*. 30 (2), 83-87. DOI: 10.1080/00219266.1996.9655482

Morcillo, J., Herrera, C., Centeno, J., Anguita, F., Muñoz, F., Ortega, O. & Sánchez, J. (1998). El seminario sobre metodologías en las prácticas de campo: Refrascaria 96. Resultados y valoración. *Enseñanza de las ciencias de la tierra*. 5 (3), 69-76.

Nunes, I., & Dourado, L. (2009). Concepções e práticas de professores de biologia e geologia relativas à implementação de ações de educação ambiental com recurso ao trabalho laboratorial e de campo. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*. 8 (2), 671-691.

Orly, M. & Tal, T. (2012). Assessing Learning in the Outdoors with the Field Trip in Natural Environments (FiNE) Framework. *International Journal of Science Education*. 34 (5), 745-777. DOI: 10.1080/09500693.2011.599046

Ríos, M. & Ruedas, M. (2009). El trabajo de campo: una estrategia para captar la complejidad de la realidad dirigida a futuros docentes en ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona. 420-423.

- Rodrigo, M., Morcillo, J., Borges, R., Calvo, A., Cordeiro, N., García, F. & Raviolo, A. (1999). Concepciones sobre el trabajo práctico de campo (TPC): Una aproximación al pensamiento de los futuros profesores. *Revista Complutense de Madrid*. 10 (2), 261-285.
- Rodríguez, C. & Amórtegui, E. (2012). Prácticas de campo como estrategia de enseñanza de la biodiversidad en alumnos de básica secundaria del colegio Champagnat: Planteamiento del problema. *Revista EDUCyT*, Vol. Extraordinario, Diciembre.
- Sánchez, P. & Escobar G. (2014). Las prácticas de campo para la enseñanza de la paleobiología y su aporte al reconocimiento del patrimonio cultural y natural en educación secundaria del municipio floresta, Boyacá. *Revista Bio-grafía Escritos: sobre la Biología y su Enseñanza*. Edición Extraordinaria. 658 – 665.
- Stolpe, K. & Björklund, L. (2012). Seeing the Wood for the Trees: Applying the dual-memory system model to investigate expert teachers' observational skills in natural ecological learning environments. *International Journal of Science Education*. 34 (1,), 101-125. DOI: 10.1080/09500693.2011.561505
- Tal, T. & Moral, O. (2009). Reflective Practice as a Means for Preparing to Teach Outdoors in an Ecological Garden. *Journal of Science Teacher Education*, 20, 245–262. DOI: 10.1007/s10972-009-9131-1
- Tal, T., Lavie Alon, N. & Orly, M. (2014). Exemplary Practices in Field Trips to Natural Environments. *Journal of Research in Science Teaching*. 51 (4), 430–461. DOI: 10.1002/tea.21137
- Tilling, S. (2004). Fieldwork in UK secondary schools: influences and provision. *Journal of Biological Education*. 38 (2), 54-58. DOI: 10.1080/00219266.2004.9655902.
- Valbuena, É., Correa, M. & Amórtegui, E. (2012). La enseñanza de la Biología ¿un campo de conocimiento? Estado del arte. *Revista TED: Tecné, Episteme y Didaxis*. 31, 67-90.

Alimentación y sostenibilidad: ¿Qué criterios utilizan los futuros docentes al elegir un menú?

Baños, I., Esteve, P., Jaén, M.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.

mjaen@um.es

RESUMEN

En este trabajo se presentan los argumentos utilizados por los futuros docentes ante una actividad orientada a capacitarlos a tomar decisiones que afectan a su estilo de vida y, concretamente, su modelo de alimentación. Se les plantea una actividad en la que analizan cuatro menús atendiendo a distintos criterios de sostenibilidad. Al elegir el menú priorizan de manera clara el consumo de productos locales. Respecto a la relación de los alimentos que componen los menús con la conservación del medio ambiente, se observa que identifican numerosos impactos asociados a la producción de alimentos: sobreexplotación de recursos, sobrepesca, deforestación, contaminación por fertilizantes o purines, bioacumulación, etc.). Aunque también establecen algunas relaciones confusas al abordar el tema de la pérdida de biodiversidad y la protección de especies.

Palabras clave

Futuros docentes, sostenibilidad, alimentación, impactos ambientales

INTRODUCCIÓN

Las repercusiones que tienen en el medio ambiente nuestros hábitos de alimentación es un tema que merece mejor atención desde la educación, ya que la ciudadanía debería ser consciente de la existencia de problemáticas ambientales asociadas a nuestro consumo, que podrían tener a medio y largo plazo consecuencias socioeconómicas considerables que podrían modificar la vida en el planeta tal como la conocemos en la actualidad.

El sistema de producción y distribución de alimentos de nuestra sociedad “desarrollada” ha generado necesidades que se concretan en que podemos acceder a alimentos de todas las zonas del planeta en cualquier momento del año. Este es un sistema ilógico, ya que genera una merma continua de recursos naturales, pérdida de la biodiversidad, incremento del efecto invernadero, desertificación, además de la generación de problemas de ámbito social vinculados a la falta de solidaridad y de justicia social (Duch, 2010).

Según Cross y Price (1994) considerar los modos en los que nos alimentamos, las variedades de alimentos, su valor y amenazas, se releva como una temática de relevancia en este sentido, para abordar todo este conjunto de problemáticas socioambientales. Se tiende a admitir que las actividades humanas afectan intensamente en la conservación ambiental, pero reconocer la significación socioecológica de las elecciones de consumo de alimentos resulta ser mucho más complejo para los ciudadanos (Summers, Kruger y Childs, 2000).

Estudios centrados en la percepción de los jóvenes acerca de esta realidad ponen en evidencia que, mientras la industria o la caza se asocian fácilmente a la pérdida de

biodiversidad, las prácticas agrarias intensivas, se consideran poco relevantes incluso adecuadas para el mantenimiento de la vida salvaje (Grace y Sharp, 2000).

La educación es fundamental para comprender la importancia de los factores socioculturales en la génesis de los problemas ambientales (Marcén y Molina, 2006). Por lo que es preciso abordar la discusión sobre valores y conceptos científicos y la concienciación desde las aulas; así los alumnos podrán reflexionar sobre la biodiversidad y comprender su papel para protegerla, adoptando cambios en su consumo habitual (Grace y Byrne, 2010).

De acuerdo con Ulbrich, Settele y Benedict (2010), hay que ofrecer oportunidades en el contexto de la enseñanza formal, incluida la educación superior, para que los estudiantes profundicen en sus propias formas de consumo y los efectos sociales y ambientales que éstas suponen.

Para ello, deberá configurarse una estrategia didáctica en el contexto de una educación para la sostenibilidad. Los planteamientos metodológicos no pueden reducirse a la adquisición de conocimientos teóricos; si bien son necesarios, no son suficientes para lograr cambios en los comportamientos de los futuros docentes. Será fundamental planificar y evaluar propuestas de enseñanza orientadas a ayudar a los estudiantes a determinar sus propias fórmulas para una vida sostenible basada en una toma de decisión bien argumentada (Wals, 1999).

El principal objetivo es desarrollar destrezas que les ayude a hacerse las preguntas adecuadas, analizar y valorar críticamente la calidad de las informaciones implicadas, alcanzar unos fundamentos sólidos y participar de forma coherente (García Gómez y Martínez Bernat, 2010).

En este sentido, es esencial relacionar la biodiversidad con aspectos próximos a los alumnos, para lograr adquirir una visión más compleja de las problemáticas socioambientales, a través del análisis y de procesos reflexivos a (Sanmartín, 2002). La toma de decisiones participativa e inclusiva será importante para que sean críticos ante los actuales escenarios de consumo alimentario y estilos de vida, y asuman compromisos encaminados a la conservación de la biodiversidad (Sims y Flakenberg, 2013).

Esto tiene, además, una especial significación en el contexto de la formación de profesores de Educación Primaria, dado que existe un acuerdo unánime en que los futuros docentes deben estar preparados para plantear conflictos socioambientales en sus clases (Powers, 2004).

Los docentes que sienten una responsabilidad personal para ayudar a resolver problemáticas ambientales, involucran con una mayor frecuencia a los niños en actividades sobre el medio ambiente local y promueven la asunción de compromisos (Palmer y Suggate, 1996).

En el presente trabajo planteamos el análisis de los argumentos empleados por los futuros docentes ante una toma de decisiones sobre la elección de distintos menús. Esto nos permitirá reconocer en qué medida basan sus razones en los efectos socioambientales del consumo de diferentes tipos de alimentos.

CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

Participantes

La investigación se ha desarrollado con estudiantes de los cursos 2014/2015 y 2015/2016 del Grado de Primaria, en el ámbito de la asignatura obligatoria de 2º curso: Enseñanza y Aprendizaje del Medio Natural I. De los 108 alumnos participantes, el 82% son mujeres.

Desarrollo de una propuesta de intervención en el aula

Dentro del tema “*Importancia de la Biodiversidad para los seres humanos*”, se ha desarrollado una propuesta didáctica (Jaén, Esteve y Moreno, 2014), orientada a promover en los alumnos un pensamiento crítico sobre algunos de nuestros hábitos alimenticios, incidiendo especialmente en las consecuencias que tiene la producción y distribución de alimentos en la degradación del medio ambiente.

Desde el punto de vista metodológico, se ha optado por el planteamiento y resolución de problemas socioambientales actuales, relacionados con el tema, desarrollados mediante actividades orientadas hacia la indagación. De esta forma, se ayuda a identificar las causas y consecuencias de los problemas, además de favorecer una mejor percepción sobre nuestro papel activo como consumidores.

En este estudio hemos analizado la actividad “*Elegimos un menú fin de fiesta*” (Figura 1) en la que los futuros docentes han de tomar decisiones sobre distintos menús. Se trata de una actividad al final de la secuencia, en la que se les propone que analicen cuatro menús diferentes desde el punto de vista de la sostenibilidad y otros criterios que estimen oportunos. Por último, tendrán que decidirse por el que consideran más idóneo, justificando su elección.

<p>MENÚ MARINO</p> <p>1º Sopa de angulas gallegas y pan frito 2º Atún a la plancha con patatas a lo pobre Postre: tarta de la abuela Incluye: pan, bebidas y postre</p> <p>PRECIO: 12 €</p>	<p>MENÚ COSMOPOLITA</p> <p>1º Ensalada con pistachos y almendras californianas 2º Chuletón de buey argentino con sal del Tibet Postre: tarta de la abuela Incluye: pan, bebidas y postre</p> <p>PRECIO: 9 €</p>
<p>MENÚ HORTELANO</p> <p>1º Pastel de verduras de la huerta de Lorca 2º Asado de chato murciano a la pera ceheginera Postre: tarta de la abuela Incluye: pan, bebidas y postre</p> <p>PRECIO: 10 €</p>	<p>MENÚ FLORESTA</p> <p>1º Ensalada de papaya con virutas de algas rojas del pacífico 2º Canelones de espinacas al queso parmesano italiano Postre: tarta de la abuela Incluye: pan, bebidas y postre</p> <p>PRECIO: 8 €</p>

Figura 1. Menús

Los cuatro tipos de menús presentan características diferenciadoras en sus componentes, que se pueden identificar fácilmente por su denominación: *Marino*, *Hortelano*, *Cosmopolita* y *Floresta*, aunque en todos ellos tienen ventajas e inconvenientes en cuanto a su repercusión en el medio.

Para su análisis los estudiantes debían completar tres ítems.

Ítem 1. ¿En qué os fijáis primero al elegir el menú?

Ítem 2. Analiza los cuatro menús en función de su relación con la conservación del medio ambiente

Ítem 3. ¿Con cuál nos quedamos para la cena del centro?

Criterios de análisis

Los criterios utilizados para analizar las respuestas de los estudiantes, han tenido como referencia los objetivos de aprendizaje de la propuesta. Con especial énfasis en que valoren la sostenibilidad de los distintos alimentos. Los hemos asociado en tres grupos:

1. Sobre el origen de los alimentos: Se ha tenido en cuenta si señalan que los productos son locales o de importación. Es decir, si son productos de temporada o adaptados a condiciones locales, o se trata de productos importados que suponen unos costes ambientales mayores en transporte, distribución y almacenamiento.

2. Repercusiones de la producción en el medio: En este apartado hemos diferenciado en primer lugar, las referencias a los problemas de la producción vegetal y animal. En los productos agrícolas se podría mencionar la intensificación de la agricultura, aumento de fertilizantes, sustitución de bosques o especies con mayor capacidad para fijar CO₂, homogenización de variedades, incluso algunos impactos en el medio como la eutrofización de las aguas. Mientras que la producción ganadera se centraría en la contaminación del suelo por purines, necesidad de grandes extensiones de tierra para cultivar y poder alimentar al ganado, emisiones de metano o mayor consumo de agua y energía.

También hemos considerado interesante considerar las referencias de forma específica a los diferentes insumos y residuos en la producción de carne y la producción agrícola.

En el caso del pescado, hemos tenido en cuenta las menciones a la sobreexplotación pesquera y los problemas de contaminación por procesos de bioacumulación que podrían sufrir algunos peces presentes en los menús. Por último, hemos incluido las relaciones que establecen entre el consumo de estos alimentos con la pérdida de biodiversidad.

3. Otros aspectos sociales ligados al consumo: Aquí se han incluido algunas cuestiones como: el precio del menú, si consideran que la relación calidad y precio es buena; si es saludable desde el punto de vista de la dieta y algunos aspectos socioeconómicos como pérdida de puestos de trabajo, crecimiento económico, importancia de los cultivos tradicionales, etc.

Teniendo en cuenta estos criterios, hemos identificado unos indicadores que han permitido analizar las respuestas de los estudiantes (Tabla 1).

CRITERIO		INDICADORES
CRITERIO 1		Local/Importación
CRITERIO 2		Contaminación relacionada con la producción vegetal
		Contaminación relacionada con la producción animal
		Mencionan el menor impacto de los productos vegetales frente a los animales
		Sobreexplotación pesquera
		Asociado a una pérdida de biodiversidad
		Mencionan problemas de contaminación por bioacumulación
CRITERIO 3		Saludable/No saludable
		Caro/Barato
		Cuestiones socioeconómicas

Tabla 1. Indicadores asociados a los criterios

RESULTADOS

La mayoría de los estudiantes señalan el precio como la cuestión que primero han tenido en cuenta al elegir el menú. A continuación están los que han considerado el origen de los productos, si eran de la zona. Muy pocos mencionan posibles impactos en el medio, y cuando lo hacen es a través de comentarios adicionales, después de señalar su opción.

Al analizar los cuatro menús, hemos encontrado que sus respuestas hacen referencia tanto a aspectos positivos y negativos de cada uno de los menús. A continuación, señalamos los aspectos más relevantes de sus propuestas:

- En el *Menú Marino*, sobre todo, mencionan la sobreexplotación pesquera y la bioacumulación de metales pesados en el atún.
- En el *Menú Cosmopolita*, casi la totalidad de los participantes señalan como problema principal la importación, incidiendo en las repercusiones socioeconómicas negativas a nivel de empleo local e, incluso, la conservación de paisajes tradicionales, como el caso de los almendros. Además, una tercera parte proponen algunas ideas interesantes sobre los impactos de la producción de carne (emisión de metano y el consumo de agua, energía y suelo).
- En el *Menú Hortelano*, de nuevo insisten en la importancia de consumir productos locales, destacando los efectos socioeconómicos positivos de su producción y, especialmente, la reducción de impactos ambientales ligados al transporte. A pesar de esto, algunos también reconocen la repercusión en el medio de la cría de ganado y agricultura intensiva, aún siendo variedades autóctonas.
- Por último, en el *Menú Foresta*, una amplia mayoría señala los impactos ligados a la importación. Sin embargo, unos pocos alumnos enfatizan las ventajas ambientales del consumo de verduras. Por otro lado, hemos de destacar que es en este menú donde hay más referencias a la pérdida de biodiversidad, al menos un

cuarto de los participantes. Sin embargo, se trata de propuestas confusas sobre las cadenas tróficas y la protección de especies, probablemente relacionadas con la presencia de algas rojas del Pacífico en el menú.

En cuanto al menú seleccionado por los futuros docentes, más de dos tercios escogen el *Menú Hortelano* puesto que, según ellos, favorece el consumo de productos locales y, por ende, la economía regional. Por último, sorprende que más del 10% de los participantes, opten por el *Menú Cosmopolita* que tiene un coste ambiental considerablemente elevado, dado que se trata de productos de origen lejano, incluidas los pistachos y almendras californianas y el buey argentino.

CONCLUSIONES

En primer lugar, hemos de señalar que en las respuestas de los futuros profesores se establecen, en general, relaciones de causalidad bastante sencillas, aunque son capaces de identificar de forma adecuada diversas repercusiones del consumo de alimentos en el medio. Estos resultados son semejantes a otros estudios similares como los de Menzel y Bögeholz (2009) o Fuentes y García Barros (2009), que apuntan que los jóvenes tienden a ser conservacionistas y se muestran preocupados por el medio ambiente; cuando utilizan argumentos de tipo ecológico (cadenas tróficas, ciclos biológicos, etc.) suelen recaer en errores o discursos confusos.

En este caso, los alumnos han priorizado criterios de cercanía y producción local al escoger su menú. Para ello han tenido en cuenta razones de tipo ambiental (menor impacto en el transporte) y socioeconómicas (favorecer el sector primario regional), frente a otros criterios como el precio de menú, al que otorgaron inicialmente una mayor importancia.

Por último, cabe destacar que los alumnos han sido capaces de identificar numerosos impactos asociados a la producción y consumo de alimentos, tales como la sobreexplotación de recursos: sobrepesca, deforestación, contaminación por fertilizantes o purines, bioacumulación, etc. Sin embargo, también hemos de señalar la existencia de algunas relaciones erróneas al tratar el tema de la pérdida de biodiversidad, la protección de especies y las relaciones tróficas en el ecosistema.

BIBLIOGRAFÍA

- Cross, R.T. y Price, R.F (1991). Towards the teaching of science for social responsibility: an examination of flaws in STS. *Research in Science Education*, 21, 47-54.
- Duch, G. (2010). *Lo que hay que tragar*. Barcelona: Los libros del Lince.
- Fuentes, M.J. y García Barros, S. (2009). La diversidad de especies en el medio. Una idea a considerar en la enseñanza. *Aula de Innovación Educativa*, 183, 48-51.
- García Gómez, J. y Martínez Bernat, F.J. (2010). Cómo y qué enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), 175-184.
- Grace, M. y Byrne, J. (2010). Engaging pupils in decision-making about biodiversity conservation issues. *School Science Review*, 91(336), 73-80.
- Grace, M. y Sharp, J. (2000). Young people's views on the importance of conserving biodiversity. *School Science Review*, 82(298), 49-56.
- Jaén, M., Esteve, P. y Moreno, P.P. (2014). Indagar sobre la pérdida de biodiversidad desde el consumo alimentario ciudadano. *Alambique*, 78, 43-50.

- Marcén, C. y Molina, P.J. (2006). *La persistencia de las opiniones de los escolares sobre el Medio Ambiente. Una particular visión retrospectiva desde 1980 a 2005*. Madrid: MMA.
- Menzel, S. y Bögeholz, S. (2009). The loss of biodiversity as a challenge for sustainable development: How do pupils in Chile and Germany perceive resource dilemmas? *Research in Science Education*, 39, 429-447.
- Palmer, J.A. y Suggate, J. (1996). Influences and experiences affecting the pro-environmental behavior of educators. *Environmental Education Research*, 2(1), 109-121.
- Powers, A. (2004). Teacher preparation for Environmental Education: Faculty perspectives on the infusion of Environmental Education into preservice methods courses. *The Journal of Environmental Education*, 35(3), 3-11.
- Sanmartín, N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid: Síntesis.
- Sims, L. y Flakenberg, T. (2013). Developing competencies for Education for Sustainable Development: A case study of Canadian Faculties of Education. *International Journal of Higher Education*, 2(4), 1-14.
- Summers, M., Kruger, C. y Childs, A. (2000). *Primary school teachers' understanding of environmental issues*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Ulbrich, K., Settele, J. y Benedict, F.F. (2010). *Biodiversity in Education for Sustainable Development – Reflection on School-Research Cooperation*. Moscú: Pensoft Publishers.
- Wals, A.E. (Ed.). (1999). *Environmental Education and Biodiversity*. Wageningen: National Reference Centre for Nature Management, Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries.

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación “Adquirir competencias profesionales para enseñar competencias básicas: Investigando sobre la formación inicial de maestros para enseñar ciencias en la Educación Primaria” (EDU 2012-33210), financiado por el Programa Nacional de Proyectos de Investigación Fundamental en el marco del VI Programa Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011, Subprograma de Proyectos de Investigación Fundamental no Orientada

Evaluación de aprendizajes en una propuesta de formación de docentes en ejercicio sobre Alimentación

Cordero, S., Zucchi, M.

Grupo de Didáctica de las Ciencias (Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos, CONICET-Universidad Nacional de La Plata).

Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata.

silvina.cordero.protto@gmail.com

RESUMEN

Esta ponencia presenta resultados de tres años de implementación de una propuesta de formación en ejercicio para docentes de Educación Infantil sobre Alimentación. La temática se trabajó en el Curso desde una perspectiva multidimensional, compleja y crítica. Se analizaron 25 proyectos educativos elaborados grupalmente como evaluación sumativa, a fin de identificar, a través de la revisión de fundamentaciones y actividades propuestas, las dimensiones y perspectivas tratadas. Los resultados plasmados en las producciones finales mostraron que las diversas actividades propuestas durante el Curso lograron producir una representación colectiva más rica, compleja y multidimensional que la inicial. Las profesoras hallaron diversas puertas de entrada para anclar en su práctica las dimensiones teóricas abordadas (socio-cultural, económico-política y biomédica).

Palabras clave

Alimentación, Formación docente en ejercicio, Educación Inicial, Proyectos educativos

INTRODUCCIÓN

Los resultados de la formación continua ofrecida a docentes en Argentina es una temática escasamente abordada tanto desde la investigación educativa en general, como específicamente en el campo de la educación en ciencias. En nuestro contexto, Birgin (2012: 18) plantea:

Creemos que una de las deudas de la investigación educativa es, justamente, indagar acerca de lo que se produce en/con la formación (sus alcances, sus límites, según las matrices históricas, las trayectorias, las experiencias, el contexto). No se trata de un enfoque que mida la fidelidad o en qué grado se acercan las prácticas a la formación recibida, sino cómo se ponen a jugar los lenguajes y las categorías de la formación en la construcción de los discursos y las estrategias de los docentes.

Un análisis de la agenda actual de la investigación en educación en ciencias -a través de la revisión de 490 artículos en 15 revistas de acceso libre en América Latina y el Caribe, de 2004 a 2014- recoge sólo 11 trabajos referidos a propuestas de formación docente continua y de ellos sólo 4 analizan los aprendizajes ante una propuesta de formación

(Iturralde et al, 2014). En España, Martínez Chico, Jiménez-Liso y López-Gay (2014) expresan preocupaciones similares respecto de la formación inicial de maestros:

...el último Congreso Enseñanza de las Ciencias en Girona organizó un *simposium* sobre evaluación de formación inicial de maestros donde diversos autores mostraron la creciente preocupación por la mejora de la formación inicial (...). Los resultados allí planteados ponen en evidencia la necesidad de discutir qué hacemos, cómo lo hacemos, por qué lo hacemos así en las asignaturas de DCE de la formación inicial, y qué pruebas tenemos de que nuestras propuestas funcionan o no. (126-127)

Durante los últimos años hemos sostenido una experiencia de formación de docentes en ejercicio de Educación Infantil¹ en el contexto del Proyecto “Estudio de Representaciones y Prácticas en la Educación en Ciencias Naturales, Ambiente y Salud”², cuyo principal objetivo es analizar prácticas educativas innovadoras respecto de tópicos específicos en diferentes niveles educativos, con énfasis en los espacios de formación docente. Esta propuesta de desarrollo profesional docente abordó la temática Alimentación, desde una perspectiva multidimensional y compleja y ya fue presentada en el XXVI EDCE (Mengascini, Cordero, Menegaz, Zucchi y Dumrauf, 2014; Cordero, Mengascini, Menegaz, Zucchi y Dumrauf, 2016).

Un propósito fundamental de la experiencia fue que las cursantes diseñaran proyectos educativos sobre Alimentación situados y en relación con los intereses y problemáticas de las comunidades escolares a las que pertenecían, orientados a promover la participación. Desde nuestra perspectiva, esto contribuiría a la construcción de un posicionamiento crítico e informado sobre la temática, comprometido con la realidad contextual concreta y compleja en la que las profesoras se desempeñaban. Dicho posicionamiento crítico debía estar basado en el enfoque multidimensional asumido en el curso para el tratamiento de la Alimentación, que consideró no sólo la dimensión biomédica (habitual en la enseñanza de la temática), sino también la socio-cultural y la político-económica.

En consonancia con las preocupaciones sobre los resultados de las propuestas de formación del profesorado previamente planteados, y como parte del trabajo de sistematización y reflexión sobre nuestra propia práctica que venimos desarrollando (Garelli, Cordero, Mengascini, Zucchi y Dumrauf, 2014; Mengascini y otras, 2014; Cordero y otras, 2016), presentamos aquí un análisis de estas producciones de docentes cursantes en los años 2013, 2014 y 2015, así como algunas implicaciones educativas emergentes del mismo.

MARCO TEÓRICO

El análisis de proyectos docentes permite obtener una imagen de cómo las/los docentes "piensan" la práctica de la enseñanza, es decir lo que habitualmente se denomina como etapa de diseño o de planificación, y cómo la objetivan, en textos escritos diversos, personales y compartidos. Palamidessi y Gvirtz (1998) señalan que más allá de las

¹ El curso *La alimentación en la enseñanza del área El Ambiente Natural y Social en el Nivel Inicial* fue ofrecido en 2013 y replicado en 2014 y 2015 para docentes en ejercicio de Jardines Maternales y de Infantes (0-5 años), por un equipo interdisciplinario de docentes universitarias, del que participó una capacitadora del sistema provincial de formación continua.

² PERSPECNAS, acreditado en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y en la Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

diferencias semánticas entre conceptos tales como plan, programa, proyecto, diseño o planificación, es posible señalar tres rasgos que estos dispositivos comparten: la cualidad de representación de la realidad (a través de descripciones de acciones, de gráficos, de esquemas, etc); la posibilidad de anticipación, en tanto intento o proyecto de realizar algo previendo lo que esto implicará; y el carácter de intento o prueba, ya que supone la posibilidad de realizar modificaciones, rectificaciones o cambios sobre la marcha, al pasar del plano de la representación al plano de la acción.

Las decisiones que un/a docente toma en la planificación forman parte de un complejo proceso de pensamiento, en el que se entrelazan representaciones variadas referidas al presente y a las experiencias previas: representaciones acerca de alumnos y alumnas –y sus posibilidades y necesidades–, acerca de sí mismo/a en situación de enseñanza, acerca del *currículum* y del contenido, acerca de logros alcanzados y obstáculos enfrentados en situaciones similares, acerca del tiempo, el espacio y los recursos, etc. La tarea exige del/la docente un esfuerzo de puesta en relación de todos estos elementos, su ponderación, síntesis y proyección hacia el futuro. Al planificar, las/los docentes determinan prioridades, delimitan alcances y niveles de profundidad de los contenidos curriculares, escogen facetas de análisis de los distintos temas. El/la docente estructura el saber a los fines de la enseñanza, “trabaja” con el contenido en vistas a la enseñanza; lo que implica elucidar el tema de diversas formas, reorganizarlo y dividirlo, ubicarlo en actividades y metáforas, vincularlo a emociones, proponer ejemplos y demostraciones (Shulman, 1987). Como plantea Brailovsky (2015: 50), la planificación es más y a la vez es menos que un recurso didáctico. Es más, ya que, bien entendida, “*amplifica la mirada del maestro en dirección al mundo social en que su enseñanza tiene lugar*”, y es menos que la enseñanza, si contrastamos la estandarización de acciones que propugna con la riqueza de lo singular, experiencial, intenso y complejo que resulta el escenario áulico.

Respecto del estudio de la temática Alimentación en la formación docente, y desde el campo de la formación inicial de docentes en Educación para el Consumo Sostenible, Sánchez, Conde y Garrido (2014) analizan propuestas didácticas elaboradas por futuros docentes de Educación Infantil, antes de abordar el tema en la asignatura Educación para la Salud. Su estudio se centra en cuatro ámbitos que consideran propios de la educación para el consumo desde la alimentación: aspectos relacionados con la salud, sociales, medioambientales y económicos. Evidencian que este alumnado realiza propuestas didácticas que se centran en aspectos relacionados con la salud, como la clasificación de alimentos en saludables o perjudiciales y la pirámide alimentaria, y tratan muy poco la incidencia del consumo alimentario sobre aspectos sociales, medioambientales o económicos. Galvão y Praia (2009), por su parte, analizan un proceso de formación de profesores de 2º ciclo de Enseñanza Fundamental en base a estrategias de enseñanza por investigación. Plantean el tratamiento interdisciplinar de la temática dentro del ámbito de la educación ciudadana, orientada al desarrollo de la salud individual y colectiva. Como resultados del proceso, los autores muestran que las actitudes de las tres profesoras involucradas en la investigación fueron adecuadas en los momentos de reflexión y planificación conjunta de propuestas, lo que indicó avances en los procesos de aprendizaje y formación, aunque no hayan motivado la reestructuración deseada en el momento de la implementación. Contrariamente a lo esperado, las profesoras mostraron una tendencia a una práctica pedagógica aún tradicional, lineal y cerrada, poco (re) constructiva; no pudieron identificar dificultades de aprendizaje de sus alumnos y (re)planificar las acciones de enseñanza; e implementaron propuestas exentas de una perspectiva histórico-social y que vinculara Ciencia/ Técnica/ Sociedad/ Ambiente, lo cual significó que las

profesoras no comprendieron a la alimentación como un conocimiento de naturaleza histórica y social.

Estos antecedentes nos plantean la utilidad y nos estimulan a indagar acerca de los resultados obtenidos en nuestra propuesta de formación a través de los productos elaborados por las cursantes en términos de proyectos educativos sobre la temática, aún cuando no tengamos acceso a su desarrollo áulico (por no formar parte del ciclo formativo).

METODOLOGÍA

El Curso implementado durante 2013 y 2014 abarcó siete encuentros quincenales de tres horas cada uno, con actividades no presenciales entre ellos, mientras que en 2015 se redujo a 5 encuentros (por razones organizativas). Para la evaluación sumativa de los aprendizajes logrados, en cada edición del mismo Curso se solicitó a las cursantes la elaboración grupal de proyectos áulicos. Los mismos debían estar fundamentados desde el conocimiento que las docentes poseían de su contexto de actuación (el cual fue caracterizado a través de tareas en clase y extra-clase), la bibliografía específica trabajada en este espacio de formación y el Diseño Curricular correspondiente a la Educación Infantil, con actividades a realizar y productos esperados detallados. El proceso de elaboración fue desarrollado a través de la reflexión colaborativa sobre las prácticas habituales para su mejoramiento, tareas extra-clase, y su exposición y discusión en el aula en distintos momentos del Curso.

Se recogió información y las producciones grupales de las 66 (2013), 23 (2014) y 16 cursantes (2015), organizadas en 10, 8 y 7 grupos de trabajo respectivamente, constituidos por afinidad en cada edición del Curso. Las docentes participantes eran maestras de Educación Infantil en actividad, con diversa experiencia laboral, que concurrían voluntariamente a este espacio de formación en ejercicio. Se desempeñaban tanto en instituciones de gestión estatal como privada en la ciudad de La Plata y localidades aledañas, a las que concurren niños y niñas de condiciones socio-económicas y procedencias culturales diversas.

La caracterización de los proyectos fue realizada a partir de un esquema analítico elaborado *ad hoc* (Cordero y otras, 2016), considerando los tipos de actividades efectivamente planteadas por las docentes en sus producciones, enmarcadas en la/s dimensión/es de la temática que se infirieron como dominante/s y/o que fuera/n explícitamente planteada/s en los trabajos. Así, dentro de la dimensión socio-cultural de la Alimentación se incluyeron la indagación de prácticas familiares; la elaboración de “recetarios viajeros”; y la preparación de alimentos en clase. Como formas de atender a la dimensión económica-política se consideraron actividades que planteaban la producción propia de productos alimenticios (como las huertas escolares); visitas con los/as alumnos/as a comercios, ferias y a lugares de producción; la reflexión sobre oficios y trabajos en la alimentación; y la reflexión sobre circuitos de producción y consumo. Dentro de la dimensión biomédica de la Alimentación fueron consideradas las actividades que implicaban la enseñanza de normas de higiene (en algún caso se plantearon específicamente las normas de elaboración de alimentos para celíacos); la enseñanza de hábitos alimentarios; las diversas propuestas de clasificación de alimentos; la introducción de conferencias de especialistas (en general, médico/s); la enseñanza de pautas de conservación de alimentos (con algún caso que analizó la cuestión desde una perspectiva histórica); y la construcción de menús saludables.

RESULTADOS

En total fueron analizados 25 proyectos educativos, que las docentes estructuraron, en la mayoría de los casos, explicitando su Fundamentación, Propósitos, Objetivos, Contenidos, Actividades, Recursos, Evaluación y/o Producto/s Final/es esperado/s. En la Tabla 1 presentamos una síntesis de las actividades planteadas en cada proyecto por año del Curso (en el Anexo se especifican además los títulos de cada proyecto):

Proyecto	Dimensión Socio-cultural			Dimensión Económico-política					Dimensión Biomédica					
	IPF	RV	PA	PP	VCF	VP	ROT	RCPC	NH	EHA	CA	E	COA	CMS
Año 2013														
1.														
2.														
3.														
4.														
5.														
6.														
7.														
8.														
9.														
10.														
Año 2014														
11.														
12.														
13.														
14.														
15.														
16.														
17.														
18.														
Año 2015														
19.														
20.														
21.														
22.														
23.														
24.														
25.														

Tabla 1. Identificación de actividades en los proyectos docentes, por dimensión de la Alimentación

Siglas utilizadas: IPF: Indagación de prácticas familiares/ ¹ Investigación sobre prácticas de diversas culturas; RV: “Recetario viajero”; PA: Preparación de alimentos; PP: Producción propia; VCF: Visita a comercios y ferias; VP: Visitas a lugares de producción; ROT: Reflexión sobre oficios y trabajos en la alimentación; RCPC: Reflexión sobre circuitos de producción y consumo; NH: Enseñanza de normas de higiene/¹Normas de elaboración para celíacos; EHA: Enseñanza de hábitos alimentarios; CA: Clasificación de alimentos; E: Conferencia de especialista; COA: Conservación de alimentos/¹Desde una perspectiva histórica; CMS: Construcción de menús saludables.

En la mayoría de los proyectos la dimensión socio-cultural se asoció a dispositivos y contenidos que formaban parte de las prácticas docentes habituales (como la indagación de prácticas familiares de alimentación, la elaboración de “recetarios viajeros”, con recetas aportadas por las diferentes familias y la preparación de alimentos en clase). Dos (2013), dos (2014) y seis (2015) de los trabajos rescataron a la “comensalidad” como un

concepto abordable con los niños en el aula. Esta sería una puerta de entrada elegida por las docentes para incorporar esta dimensión en este nivel educativo. Otra puerta de entrada que surge del análisis de los trabajos finales de 2013, sería una perspectiva histórica, a través de “*indagar con los alumnos algún aspecto de la vida cotidiana de poblaciones originarias de nuestro territorio en el pasado y el presente*”, comparando comidas y alimentos de estos pueblos con lo que hoy consumimos y cómo lo obtenemos. Todos los trabajos plantearon actividades identificables con la dimensión biomédica de la Alimentación, haciendo énfasis en la clasificación de alimentos (en saludables o no saludables; según su origen y sus formas de preparación; y también según el tipo de nutrientes dominantes), sus diferentes formas de representación gráfica (pirámide, óvalo, tabla u otras opciones ofrecidas en el Curso) y la enseñanza de hábitos y normas de higiene. Finalmente en dieciocho trabajos se trató algún aspecto de la dimensión económico-política, centralmente la reflexión sobre oficios y trabajos vinculados a la alimentación, los circuitos de distribución y consumo de alimentos, y la realización de visitas a lugares de producción y venta.

En términos generales, aún cuando no se logró el enmarcamiento en las relaciones de dominación y los modelos económico-políticos, en sus fundamentaciones las propuestas incluyeron la reflexión sobre la alimentación como derecho humano, el análisis de diversos circuitos de producción y acceso, llegando a plantear el autoanálisis de las instituciones educativas con relación a estas prácticas³. Estas producciones estarían evidenciando la apropiación, aunque de manera limitada, de una perspectiva crítica respecto de la Alimentación.

Respecto de la participación de familias y comunidades, casi todos los trabajos la incluyeron en diversos grados, que variaron desde la indagación de prácticas cotidianas a través de encuestas y la participación de las familias en la elaboración de “recetarios viajeros”, hasta la visibilización de problemáticas sociales y ambientales (trabajo infantil, uso de pesticidas) en 2013 y la producción en huertas orgánicas comunitarias para consumo familiar e institucional de los productos, en pocos casos, todos los años. Dos (2013), cuatro (2014) y tres (2015) proyectos resultaron descontextualizados, ya que partieron de una mirada más evaluativa que comprensiva de las prácticas familiares y desde un enfoque fundamentalmente normativo, más que analítico y complejo de la temática.

CONSIDERACIONES FINALES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

La representación sobre Alimentación indagada al comienzo del Curso cada año, que apareció al considerar las prácticas habituales, evidenció una base fuerte en aspectos normativos. Los resultados plasmados en las producciones finales de las docentes mostraron que las diversas actividades propuestas durante el Curso para poner en cuestión dicha noción fueron útiles, al producir una representación colectiva más rica, compleja y multidimensional. Las profesoras hallaron diversas puertas de entrada para anclar en su práctica las dimensiones teóricas abordadas (a partir de la comensalidad, la perspectiva histórica y el estudio de diferentes vías de distribución y consumo de alimentos).

Los tratamientos habituales de la temática enfatizan la dimensión biomédica de la Alimentación, desde una perspectiva normativa, como lo revela la literatura del campo y las prácticas docentes revisadas y analizadas en trabajos previos (Cordero *et al*, 2016). Esta característica evidenciaría una concepción del conocimiento científico como universal y objetivo, sustento de normas para todas las poblaciones y culturas. Tal

³ En el Proyecto anual institucional “La Alimentación: una mirada a través de sus dimensiones”.

posicionamiento dificultaría la adopción de perspectivas pedagógicas críticas que, necesariamente, implican el reconocimiento de condicionamientos y el análisis de dimensiones socio-políticas, económicas y culturales. Creemos que por ello, en 2013 y 2014, observamos la dificultad de las profesoras para profundizar en la dimensión político-económica, imprescindible para construir una mirada crítica. Durante el desarrollo del curso, parcialmente y en algunos casos, esta dificultad habría logrado superarse. Sin embargo, el ajuste de algunas consignas y una mayor orientación y profundización del debate en 2015, a fin de promover una apropiación más amplia y consolidada de esta mirada crítica, permitió que la dimensión económico-política apareciera, al menos en forma de reflexión sobre los trabajos y los circuitos de producción y consumo, en casi todas las producciones finales.

Plantear la Alimentación como práctica social es convertirla en un objeto complejo. Conocer este objeto complejo, desde una perspectiva crítica, significa, por un lado, comprender diferentes dimensiones que la atraviesan y se entretajan de manera situacional, contextual y dialéctica. Por otro, requiere del reconocimiento de sus determinaciones sociales y de la apropiación de conocimientos para la participación. Desde el punto de vista de las prácticas áulicas, esto exige para las docentes, al menos: ampliar el conocimiento acerca de sus estudiantes, sus historias y modos de vida, su contexto y la consideración de las dimensiones socio-culturales, económico-políticas y científica en cada tema a abordar.

Aun sosteniendo que para lograr transformaciones profundas y duraderas de la enseñanza se requiere la continuidad de un trabajo colectivo de reflexión crítica sobre la práctica, entendemos que propuestas como la presentada en este trabajo contribuyen a fortalecer el desarrollo profesional docente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Birgin, A (comp.) (2012). *Más allá de la capacitación. Debates acerca de la formación de los docentes en ejercicio*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Paidós.
- Brailovsky, D. (2015). La planificación y el sentido de la enseñanza. *Novedades Educativas*, 296 (27), p. 292-295.
- Cordero, S.; Mengascini, A.; Menegaz, A.; Zucchi, M.; Dumrauf, A. (2016). La alimentación desde una perspectiva multidimensional en la formación de docentes en ejercicio. *Ciência & Educação*, Bauru, 22 (1), p.1-18.
- Galvão, V. S.; Praia, J. (2009). Construir com os professores do 2º ciclo práticas letivas inovadoras: um projeto de pesquisa sobre o ensino do tema curricular 'Alimentação Humana'. *Ciência & Educação*, Bauru, 15 (3), p. 631-645.
- Garelli, F.; Cordero, S.; Mengascini, A.; Zucchi, M.; Dumrauf, A. (2014). Representaciones sobre Salud de docentes en ejercicio del Nivel Inicial. *Actas de los XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Huelva: UH, p. 327-334.
- Iturralde, C.; Bravo, B.; Flores, A. (2014). Agenda actual en investigación en didáctica de las ciencias naturales en América Latina y el Caribe. *E-Book: I Congreso Regional de Enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza en Tandil*. Tandil: UNCPBA-ISFD N° 10.
- Martínez-Chico, M.; Jiménez-Liso, M.R.; López-Gay, R. (2014). ¿Nuestra propuesta de formación inicial de maestros en Didáctica de las Ciencias Experimentales funciona? De las sensaciones a las pruebas. *Actas de los XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Huelva: UH, p. 126-134.

Mengascini, A.; Cordero, S.; Menegaz, A.; Zucchi, M.; Dumrauf, A. (2014). Más allá de la visión escolarizada de alimentación: resultados de una propuesta de formación en ejercicio con docentes de nivel inicial. *Actas de los XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Huelva: UH, p. 318-326.

Palamidessi, M. y Gvirtz, S. (1998). *El a, b, c de la tarea docente: curriculum y enseñanza*. Buenos Aires: AIQUE.

Sánchez, J.; Conde, M.; Garrido, A. (2014). Análisis de los contenidos de educación para el consumo alimentario propuestos por estudiantes del grado de educación infantil. In: *Actas de los XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 26. Huelva: UH, p. 634-642.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57 (1), p. 1-22.

ANEXO:

2013	1.	La panadería del barrio
	2.	La nutrición y los hábitos de higiene para crecer sanos y fuertes
	3.	Dieta, consumo y hábitos
	4.	A comer mejor
	5.	La Alimentación
	6.	¿Cómo nos alimentamos?
	7.	Una alimentación variada
	8.	¿Qué puede comer el niño celíaco?
	9.	La huerta orgánica del jardín
	10.	La alimentación: una mirada a través de sus dimensiones
2014	11.	La huerta del jardín
	12.	Conciencia alimentaria, prevención asegurada
	13.	El libro de comidas tradicionales de Sala Roja
	14.	Comidas típicas de aquí y de allá
	15.	Me gusta alimentarme para crecer
	16.	Proyecto Alimentación
	17.	La Alimentación en el Nivel Inicial: Un oportunidad para la construcción de hábitos con mayor autonomía
	18.	Alimentación y vida saludable en el Nivel Inicial
2015	19.	Conociendo la buena alimentación
	20.	Jornada de juegos con las familias y un refrigerio saludable compartido
	21.	Las recetas más variadas
	22.	Alimentación saludable
	23.	A comer mejor
	24.	La salud de todos
	25.	¿Qué comemos?

Tabla 2. Títulos de los proyectos presentados

Comparación de la historia académica personal de alumnos de la Diplomatura y del Grado de Maestro de Primaria sobre materias de Ciencias

De Pro, A., Nortes, R.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Departamento de Didáctica de las Ciencias Matemáticas y Sociales. Universidad de Murcia.

nono@um.es

RESUMEN

El presente trabajo, realizado con alumnos del Grado de Maestro de Primaria de la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia, es una réplica parcial de otro más amplio ya realizado en el que los participantes eran alumnos de la Diplomatura de Maestro (especialidad Primaria) de esta misma Facultad. Se pretende, mediante la aplicación del mismo cuestionario a una muestra de 110 alumnos de cuarto curso, establecer similitudes y diferencias en cuanto a los contenidos, actividades y evaluación que vivieron durante su etapa académica pre-universitaria. Los resultados muestran tendencias similares pero con mejora en muchas de las categorías estudiadas a favor de los alumnos de Grado. En general, los resultados revelan una experiencia académica que, aunque aún tiene mucho margen de mejora, es más innovadora y está un poco más acorde con lo que desde la Facultad se propone.

Palabras clave

Percepción alumnado, Ciencias, historia personal, Diplomatura, Grado.

INTRODUCCIÓN

En Nortes (2015) y Nortes y Pro (2013), motivados por conocer cómo había sido la educación científica que habían “vivido” nuestros alumnos de Diplomatura, ya observamos que habían vivido un modelo muy alejado al que se les proponía en la Facultad. Un modelo de enseñanza meramente transmisivo, basado en conceptos teóricos principalmente, con abuso del libro de texto frente a otros recursos y tipos de actividades, con evaluaciones centradas en esos conceptos teóricos a los que se daba tanta importancia, etc. y que reflejaba un perfil de alumnado que había vivido modelos de enseñanza nada o muy poco innovadores. La valoración que hicieron los participantes de esa etapa educativa estaba llena de críticas al modelo y de ansias de cambio hacia algo más parecido a lo que estudiaban en las asignaturas de Didáctica de las Ciencias. La realización de esa investigación les dio a los alumnos una práctica sobre la que reflexionar, y a nosotros un punto de partida sobre el que trabajar (datos reales, más allá de las suposiciones que teníamos), en un intento por acercar su realidad a la nuestra.

Pasados unos años, y ya inmersos en los planes de Grado, nos planteamos si el modelo vivido había experimentado alguna variación, es decir, si la historia personal reflejaba alguna evolución o no en los modelos de las clases de Ciencias. Si bien es cierto que ambos grupos de alumnos vivieron (en su mayoría, pues los rangos de edades de nuestros alumnos son muy grandes) la misma ley educativa, LOGSE y que probablemente los

maestros y profesores fuesen los mismos o con los mismos estilos, por lo que no esperamos grandes variaciones ni un cambio radical de los modelos de enseñanza-aprendizaje vividos.

Con esta finalidad realizamos el presente trabajo, como réplica de un anterior pero con alumnos de distinto plan y con una diferencia de 6 años.

ANTECEDENTES

¿Por qué estudiar las percepciones y creencias de los futuros maestros? Pensamos que es imprescindible conocer de dónde se viene para poder decidir a dónde y cómo ir. Porque ese bagaje tiene un peso enorme en la formación inicial de maestros y debemos conocerlo.

Numerosos trabajos reflejan la importancia de conocer estas preconcepciones y la limitación que suponen en la formación inicial de maestros. Así podemos encontrar por ejemplo los trabajos de Aragües (2012), que afirma que “los futuros maestros se muestran más preocupados por la enseñanza como transmisión de contenidos que por un aprendizaje significativo”; Arias (2013) que “la formación produce en muchos casos cambios solo a nivel declarativo, advirtiéndose resistencias, algunas procedentes de inseguridades, y que resulta totalmente necesario reconceptualizar los roles de alumno y profesor”; Hamed (2013) identifica que “casi la mitad de los alumnos consideran el aprendizaje como un proceso de retención de los contenidos científicos en la mente de los alumnos”; o Abell (2007), citado en el trabajo de Hamed, que dice que “para pasar de posiciones tradicionales a constructivistas e investigativas necesitamos profundizar sobre qué comprenden los futuros maestros sobre las estrategias y modelos de enseñanza de las ciencias en un contexto formativo”.

Garritz (2014) recoge en su trabajo que Pajares (1992, p.307) mantiene que “las creencias de los profesores influyen sobre sus percepciones y juicios, los cuales, afectan su comportamiento en el aula”. A su vez afirma que:

Las creencias y las actitudes hacia la ciencia se han convertido en una razón prioritaria para interpretar los diversos aspectos del trabajo de los profesores: planeación de las lecciones; enseñanza y evaluación; interacciones con los pares, los padres y los estudiantes; su desarrollo profesional y las formas en las que implementan las reformas educativas.

Martín (2014) afirma que “el proceso de abordar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias con profesorado en formación, parte de hacer explícitas sus propias creencias”. Para ello parte de afirmaciones como la de Porlán et al. (2010):

Trabajar en la formación del nuevo profesorado significa, en primer lugar, superar obstáculos endógenos inherentes a sus concepciones, y exógenos vinculados a los estereotipos sociales sobre la escuela, y, en segundo, contribuir a construir el nuevo conocimiento del profesorado. Para ello es preciso identificar sobre qué elementos del conocimiento actual hay que incidir para ayudarles en esa construcción.

Todo esto confirma la necesidad de conocer la historia personal de nuestros alumnos, como punto de partida para realizar las intervenciones necesarias y adecuadas a ese bagaje concreto que consigan ese paso a los modelos que les proponemos y que, quizá, queden más a un nivel teórico que esos otros que ellos han vivido a un nivel práctico.

METODOLOGÍA

La investigación realizada, de tipo diagnóstico y exploratorio, corresponde a un modelo “ex post facto”. Hemos empleado dos muestras de distintos cursos y planes académicos: una de ellas formada por alumnos de la Diplomatura y la otra por alumnos de Grado, ambos de Maestro de Educación Primaria, con 6 años de diferencia. El instrumento empleado en los dos casos ha sido el mismo. La primera de ellas ya fue analizada en Nortes (2015), con este trabajo retomamos algunos de los items allí analizados con el fin de comparar si hay diferencias en las apreciaciones que ambos grupos de alumnos tienen de su historia académica personal.

Participantes.

La descripción de ambas muestras es:

- Alumnos de la diplomatura Magisterio (especialidad Primaria): muestra incidental formada por 110 alumnos (97 mujeres y 13 hombres) que cursaban la asignatura “Didáctica de las Ciencias Experimentales” impartida en tercer curso de la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia en el curso académico 2009/2010. Las edades del grupo estaban comprendidas entre los 19 y los 53 años (con una edad media de 24,44 años).
- Alumnos del Grado Maestro de Primaria: muestra incidental formada por 110 alumnos de cuarto curso de la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia procedentes de cuatro de las ocho menciones que se ofertan en esta Facultad en el curso académico 2015/2016: 28 alumnos de la mención “Recursos Educativos para la Escuela y el Tiempo libre” (12 hombres y 16 mujeres), 19 de “Educación Musical” (10 hombres, 9 mujeres), 16 de “Lengua Extranjera Francés” (6 hombres, 10 mujeres) y 47 de “Necesidades Específicas de Apoyo Educativo” (8 hombres, 39 mujeres). Las edades de los participantes oscilaban entre los 20 y los 46 años, estando la edad media en 22,459.

Contexto.

Este trabajo es una réplica parcial del que ya realizamos con alumnos de la diplomatura de Maestro (Especialidad Educación Primaria). El plan de estudios usado entonces aparece ampliamente descrito allí (Nortes, 2015). Por razones de espacio en el presente trabajo se recoge en la Tabla 1, de forma muy resumida, la formación referida a DCE en ambos planes de estudio. Los participantes de este estudio ya habían cursado los dos primeros cursos en el caso de la diplomatura y los tres primeros cursos en caso del Grado, en ambos casos se encontraban al comienzo del último curso. Se entiende por tanto que, en su mayoría, estos alumnos habían cursado las materias obligatorias de Didáctica de las Ciencias Experimentales, así como las prácticas escolares incluida en los planes de estudio para estos cursos.

Tabla 1. Materias de Didáctica de las Ciencias Experimentales de Diplomatura y Grado.

Diplomatura			Grado		
Asignatura	Curso	Créditos ECTS	Asignatura	Curso	Créditos ECTS
Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica	2.º	9,5	Didáctica de las Ciencias Experimentales en EP	2.º (C1)	6
Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza	3.º	10	Enseñanza y aprendizaje del Medio Natural 1	2.º (C2)	6
Educación Ambiental y su enseñanza (*)	2.º	4,5	Enseñanza y aprendizaje del Medio Natural 2	3.º (C1)	6
Educación para la Salud y su enseñanza (*)	2.º	4,5	Talleres de la Naturaleza (*)	4.º (C1)	3
Educación para el consumidor (*)	3.º	4,5	Taller de Ciencias (*)	4.º (C2)	3
Taller de Ciencias (*)	3.º	4,5			
Practicum I	1.º	4 semanas	Prácticas Escolares I	2.º	4 semanas
Practicum II	2.º	4 semanas	Prácticas Escolares II	3.º	8 semanas
Practicum III	3.º	5 semanas	Prácticas Escolares III	4.º	6 semanas
* Materia Optativa					

Instrumentos y recogida de información

El instrumento empleado está formado por 32 ítems, que son los mismos que se emplearon en Nortes (2015) y Nortes y Pro (2013). En aquella ocasión se aplicaron por separado como parte de dos cuestionarios diferenciados, en esta ocasión se han aplicado conjuntamente en un único documento. La aplicación se realizó en horario de clase al inicio del curso escolar 2015/16. En esta ocasión se enfocaba la atención tanto en las clases de Ciencias como en las de Matemáticas (en el trabajo anterior nos centramos únicamente en las de Ciencias). Todas las cuestiones se centran en distintos aspectos de su historia académica personal previa al acceso a la universidad.

Por motivos de extensión nos centraremos en este trabajo en los ítems 1, 3, 5 y 6, que pertenecen a la primera parte del Cuestionario 1. “Experiencia Académica Personal”, centrados en la enseñanza formal y recogen las percepciones del alumnado sobre contenidos, actividades y evaluación en las clases de Ciencias. Hemos elegido estos cuatro ítems, que son de tipo Likert (excepto el 6, que es de tipo dicotómico), porque son los que empleamos en Nortes (2015) para realizar los perfiles de alumnado.

En concreto los ítems son:

- Sobre contenidos: Ítem 1. Como alumno, ¿qué tipo de contenidos se trabajaban en las clases de Ciencias?
- Sobre Actividades: Ítem 3. Como alumno, ¿qué tipo de actividades realizabas en clases de Ciencias?
- Sobre Evaluación: Ítem 5. Como alumno, ¿qué se evaluaba en las clases de Ciencias? Ítem 6. ¿Cuáles de los siguientes métodos de evaluación han empleado tus profesores durante tu formación?

La forma de descargar la información ha sido la siguiente: en el caso de ítems de escala Likert (ítems 1, 3 y 5), se asignaron valores de 1 (nunca) a 5 (casi siempre), presentando en la tabla el valor medio de las respuestas dadas por los participantes. En el ítem 6, de carácter dicotómico, se registra el porcentaje de participantes que responden afirmativamente en cada opción. Hemos de comentar, que en muchos casos si se hace la

suma de los porcentajes, esta supera el 100 %, lo que se debe a que los participantes podían aportar más de una respuesta.

Para la realización de los perfiles hemos seguido el mismo procedimiento empleado y descrito en Nortes (2015), permitiéndonos clasificar a los alumnos según el nivel de innovación de las clases de Ciencias que recibieron. Estos perfiles, en concreto siete, son los siguientes (de más innovador a menos innovador): “Determinante”, “Determinante-Sustantivo”, “Sustantivo”, “Sustantivo-Algo”, “Algo”, “Algo-Nada”, “Nada”.

Una vez estudiadas ambas muestras hemos estudiado la presencia de diferencias significativas en las 39 categorías analizadas mediante el estudio de la T de Student.

RESULTADOS

Los resultados numéricos completos se pueden consultar en la Tabla 2, en el anexo. Para comentar los resultados los agruparemos en los tres bloques estudiados: contenidos, actividades y evaluación, así como un cuarto apartado sobre los perfiles de alumnado establecidos.

En general podemos comentar de ellos que son mejores en casi todas las categorías, sin embargo ciertas tendencias se mantienen pese al tiempo transcurrido y los cambios en la formación del profesorado y las metodologías.

Respecto a los contenidos: seguimos observando una presencia abrumadora de contenidos teóricos (con un valor medio superior a 4) que, en materias como la ciencia escolar, no pensamos que sean prioritarios. La menor presencia, al igual que pasaba con los alumnos del plan de estudios anterior, se da en el trabajo de habilidades comunicativas, manipulativas y de investigación. Afortunadamente también vemos una clara apuesta por la creación de hábitos saludables y de conservación del Medio Ambiente que nos agrada mucho. Encontramos diferencias muy significativas en 3 de las categorías propuestas: “Conceptos, teorías y leyes”, “Habilidades de Investigación” y “Creación de hábitos saludables”, y diferencias significativas en 1 categoría: “Destrezas básicas”. Lo que supone que en cuatro de las seis categorías propuestas se ha producido una variación importante, habiéndose producido una disminución en la primera de ellas y un aumento en las otras tres.

Respecto a las actividades: también nos encontramos con valores muy similares. Las mayores puntuaciones aparecen, en ambos planes, en las explicaciones del profesor y el uso del libro de texto (con valores superiores a 4) y las menores (inferiores a 2) en el uso de revistas científicas o lecturas sobre científicos. Encontramos diferencias muy significativas en 7 categorías: “Explicaciones profesor con audiovisuales”, “Lectura libro de texto por el alumno”, “Actividades libro de texto”, “Actividades inventadas por el profesor”, “Actividades de laboratorio”, “Investigaciones autónomas alumnado”, “Uso de revistas científicas”. Y diferencias significativas en 4 categorías: “Explicaciones profesor en pizarra”, “Trabajo en pequeño grupo”, “Visitas/excursiones”, “Lecturas sobre científicos”. En total esto supone que ha habido variaciones en 11 de las 13 categorías propuestas. Tan solo en dos de ellas a favor de los alumnos de diplomatura (las referidas al uso del libro de texto), pero eran categorías en las que nos agrada que hayan disminuido las cifras.

Respecto a la evaluación: también los resultados siguen tendencias similares. El mayor peso (superior a 4,5) en ambos planes recae en el aprendizaje de contenidos teóricos, lo que tiene concordancia con la presencia masiva de este tipo de contenidos. Con valores también muy altos en ambos planes encontramos la resolución de ejercicios. Otros

aspectos como la evaluación de la actividad docente o los conocimientos de laboratorio son los que tienen menor peso en la evaluación, según la apreciación de nuestros alumnos. De las 8 categorías propuestas encontramos diferencias significativas en 7 de ellas. Muy significativas en: “Conocimientos de laboratorio”, “Actitud”, “Claridad explicaciones”, “Adecuación actividades”, “Idoneidad recursos”. Significativas en: “Aprendizaje conocimientos teóricos”, “Interés alumnado”. Tan solo en “Actitud alumno” y “Conocimientos teóricos” obtienen valores mayores los alumnos de la Diplomatura, en el resto de categorías estas diferencias son a favor de los de Grado.

Respecto a los métodos de evaluación lo que más llama la atención es que en ambos grupos la presencia de la prueba escrita es total, y la revisión del cuaderno del alumno casi total. Otros aspectos como la observación directa y la autoevaluación son los que mayores variaciones han experimentado. De las 5 categorías propuestas aparecen diferencias muy significativas en 3 de ellas: “Observación directa”, “Cuaderno alumno”, “Autoevaluación”, todas ellas a favor de los alumnos de Grado.

Respecto a los perfiles encontramos una mejora considerable. Cuando preguntamos a los alumnos de la diplomatura observamos que su experiencia personal tenía perfiles muy bajos de innovación, como ya esperábamos. Estos alumnos vivieron un modelo puramente transmisivo. No encontramos presencia en las dos categorías de mayor innovación y prácticamente el 80 % de la muestra se encontraba en los tres perfiles más bajos, con más de un tercio en el perfil “Nada”. En cambio, al preguntar a los alumnos de Grado vemos que desaparece el perfil “Nada” y aparecen los dos perfiles superiores, con casi un 12 % de los participantes. Sigue estando casi la mitad de los participantes en perfiles bajos, pero claramente la situación es mejor que la del grupo con el que trabajamos hace 6 años. Apreciamos diferencias significativas en las categorías “Nada” a favor de los de Diplomatura, y “Determinante-sustantivo” a favor de los de Grado. También encontramos diferencias significativas en los perfiles “Sustantivo-Algo”, “Sustantivo” y “Determinante”, en todas ellas a favor de los alumnos de Grado.

CONCLUSIONES

Podemos concluir claramente dos aspectos. Por un lado que la formación obligatoria (en materias de Ciencias) recibida por los alumnos de Grado ha mejorado respecto a la recibida por los alumnos de la Diplomatura. O así lo han percibido ellos. Son muchas las categorías donde hemos apreciado diferencias significativas o muy significativas (30 de las 39 estudiadas). En las de perfil menos innovador estas diferencias han caído del lado de los alumnos de Diplomatura, y en las de perfil más innovador de los de Grado. Esto, aunque somos conscientes de que aún queda mucho que cambiar y que las Ciencias se podrían enseñar mejor, nos agrada mucho y nos hace ver que, poco a poco, vamos en la dirección adecuada para conseguir esos profesionales de la enseñanza que basan su trabajo en la consecución de competencias y de un aprendizaje más significativo y práctico.

La segunda es que nuestros alumnos se han mostrado sensibles al respecto, reflejando una realidad que ellos vivieron y que han compartido en este trabajo con nosotros. No podemos afirmar que esto sea realmente así, pero sí que ellos así lo perciben. Teniendo en cuenta que estos alumnos, casi docentes ya, son los que van a tomar el relevo, tenemos mucha confianza en que puedan centrar su atención en el cambio, ese cambio del que se muestran a favor (como hemos podido constatar en otras preguntas que han quedado fuera de este trabajo) y que, creemos, disponen de medios y formación para llevar cabo.

Quizá dentro de unos años podamos reproducir este estudio y ver qué influencia han tenido los sucesivos cambios legislativos, tanto a nivel escolar como a nivel de la formación inicial de maestros, los nuevos recursos y metodologías, el uso de las tecnologías, etc. y cómo ha variado, o no, la percepción de nuestros alumnos. También podremos ver si hemos conseguido mejorar esos perfiles del alumnado a favor de una enseñanza más innovadora.

Somos conscientes de que las muestras no son grandes y no pretendemos generalizar basándonos en estos resultados, pero no podemos evitar sentirnos optimistas a partir de los datos obtenidos en este estudio.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del trabajo de investigación "Adquirir competencias profesionales para enseñar competencias básicas: investigando sobre la formación inicial de maestros para enseñar ciencias en la educación primaria." (EDU2012-33210), financiado por el Programa Nacional de Proyectos de Investigación Fundamental en el marco del VI Programa Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011, Subprograma de Proyectos de Investigación Fundamental no Orientada.

BIBLIOGRAFÍA

Aragües, A. (2012). Enseñanza de las Ciencias: indagación guiada en las prácticas escolares. En J. M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1339-1352). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago.

Arias, A., Álvarez, M.M y Álvarez, F.J. (2012). Concepciones del profesorado en formación inicial sobre los roles de docentes y discentes en el aprendizaje de las Ciencias en Educación Infantil y Primaria. IX Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra 2013, 194-201.

Garritz, A. (2014). Creencias de los profesores, su importancia y cómo obtenerlas. *Educación química*, 25(2), 88-92.

Hamed, S. (2013). ¿Qué ideas tienen los futuros maestros de Primaria hacer de qué y cómo enseñar y evaluar Ciencias? IX Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra 2013, 1726-1730.

Martín, C, Prieto, T. y Lupión, T. (2014). Profesorado de ciencias en formación inicial ante la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: ¿perfil innovador o tradicional? *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17 (1), 149-163.

MEC (1990). Ley 1/1990 de 3 de Octubre, Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (B.O.E. de 4 de Octubre de 1.990)

Nortes, R. (2015). Historia personal, creencias y utilización de conocimientos sobre la enseñanza de las Ciencias. Un estudio exploratorio en la Diplomatura de Maestro de Educación Primaria. *Tesis no publicada*, Universidad de Murcia.

Nortes, R. y Pro, A. (2013). Algunos datos de la historia académica de nuestros maestros en el ámbito de la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias. *IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Enseñanza de las Ciencias*, número extra 2013, 1007-1017.

ANEXO. Tabla 2. Resultados participantes de diplomatura y grado

	Diplomatura	Grado	Dif. Sig.
Ítem 1. Como alumno, ¿qué tipo de contenidos se trabajaban en las clases de Ciencias?	\bar{x}	\bar{x}	
Conceptos, teorías, leyes...	4,764	4,164	**
Destrezas técnicas o manipulativas	2,642	2,800	
Destrezas básicas (observación, clasificación, inferencias...)	2,815	3,127	*
Habilidades de investigación (emisión de hipótesis, diseños...)	1,926	2,600	**
Destrezas comunicativas (identificación y contraste de ideas...)	2,561	2,664	
Creación de hábitos saludables o conservación del medio	3,064	4,364	**
Ítem 3. Como alumno, ¿qué tipo de actividades realizabas en clases de Ciencias?	\bar{x}	\bar{x}	
Explicaciones del profesor en la pizarra	4,718	4,536	*
Explicaciones del profesor con audiovisuales	2,227	2,855	**
Lectura del libro de texto del profesor	3,855	3,873	
Lectura del libro de texto por el alumno	4,027	3,527	**
Actividades del libro de texto	4,818	4,436	**
Actividades inventadas por el profesor	2,236	2,618	**
Actividades de laboratorio	1,973	2,355	**
Trabajos en pequeños grupos	2,309	2,618	*
Trabajos individuales del alumno	3,773	3,655	
Investigaciones autónomas del alumno	1,769	2,182	**
Visitas/excursiones	2,624	2,391	*
Uso de revistas científicas	1,082	1,436	**
Lecturas sobre científicos	1,482	1,682	*
Ítem 5. Como alumno, ¿qué se evaluaba en las clases de Ciencias?	\bar{x}	\bar{x}	
Aprendizaje de conocimientos teóricos del alumno	4,741	4,545	*
Resolución de ejercicios por el alumnado	4,222	4,064	
Aprendizaje de los conocimientos de laboratorio	2,009	2,518	**
Actitud del alumno en clase	3,887	3,455	**
Interés del alumnado	2,850	3,182	*
Claridad de las explicaciones del profesor	2,187	2,627	**
Adecuación de las actividades planteadas en clase	2,093	2,745	**
Idoneidad de los recursos utilizados por el profesor	2,009	2,391	**
Ítem 6. ¿Cuáles de los siguientes métodos de evaluación han empleado tus profesores durante tu formación?	%	%	
Prueba escrita	100,00	100,00	
Prueba oral	27,27	38,18	
Observación directa	52,73	74,55	**
Cuaderno del alumno	90,91	94,55	**
Autoevaluación	6,36	18,18	**
Perfiles	%	%	
Nada	35,55	0	**
Algo-nada	20,91	15,45	
Algo	24,55	31,82	
Sustantivo-algo	14,55	25,45	*
Sustantivo	5,45	15,45	*
Determinante-sustantivo	0	7,27	**
Determinante	0	4,55	*
* Diferencias significativas ($t > 1,96$)			
** Diferencias muy significativas ($t > 2,576$)			

Qué y cómo aprenden los futuros maestros de Primaria acerca de la naturaleza de las ideas de los alumnos sobre el mundo

Escrivà-Colomar, I.,¹ Rivero, A.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Sevilla. España.

¹ *iesco@us.es*

RESUMEN

La formación del profesorado es un elemento clave en la mejora de cualquier sistema educativo, y consecuentemente analizar *qué y cómo* aprenden los futuros maestros al trabajar propuestas educativas específicas, definiendo progresiones de aprendizaje, es sumamente importante para ajustar programas formativos ya existentes y/o crear nuevos más adaptados. Por ello, en esta investigación tratamos de indagar qué y cómo aprender los futuros maestros acerca de la naturaleza de las ideas de los alumnos sobre el mundo a través de la definición de un itinerario de progresión y su análisis; todo ello en el marco de un Proyecto de I+D+i¹ en el que se diseñó una propuesta formativa para 2º curso del Grado de Maestro de Primaria, puesta en marcha en la asignatura *Didáctica de las Ciencias Experimentales*.

Palabras clave

Formación del profesorado, Ideas de los alumnos, Progresión de aprendizaje, Didáctica de las Ciencias.

MARCO TEÓRICO

La educación en nuestro país es un tema que está generando mucha polémica en los últimos años; temas tales como las continuas reformas de las leyes o los informes PISA han ido produciendo, no solo a nivel mediático, “una aparente degradación de nuestro sistema educativo en general, y de determinadas parcelas de conocimiento, como es el caso de las Ciencias, en particular” (Perales et al., 2014, p. 10).

Desde luego, este hecho debe motivarnos a poner en marcha un plan de acción que permita ir corrigiendo esta tendencia, y donde se preste especial atención a la formación del profesorado, punto clave a tener en cuenta en este proceso.

Varios autores (Perales et al., 2014; Porlán et al., 2010), señalan que para el desarrollo de un conocimiento profesional deseable se precisa la investigación de problemas relevantes del ámbito específico, siendo la mejor estrategia para ello el seguir un modelo de investigación en la práctica, desde la que se facilite la evolución de las concepciones de los maestros a través de procesos de indagación (Porlán, Rivero y Solís, 2010), y donde el docente sea un maestro investigador (Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1997) que tome como punto de partida y como eje central de la enseñanza las concepciones de los sujetos,

¹ La progresión del conocimiento didáctico de los futuros maestros en un curso basado en la investigación y en la interacción con una enseñanza innovadora de las Ciencias, EDU2011-23551, (2011).

cuestionando sus planteamientos en relación con los problemas curriculares fundamentales a través de problemas prácticos profesionales (Rivero et al., 2013).

Pero ¿cuáles son estos problemas prácticos profesionales que favorecen una formación adecuada entre el profesorado de Ciencias de Primaria? Coincidiendo con otros autores, consideramos que los problemas más adecuados son los relacionados con el diseño y desarrollo del currículum que tratan distintas facetas de los elementos curriculares (contenidos, ideas de los alumnos, metodología, evaluación) (Furtak, 2012; Borhan, 2014; Etherington, 2011), como por ejemplo cuál es la naturaleza de las ideas de los alumnos sobre el mundo (IAsM), problema en el que nos centraremos en esta investigación.

Las ideas los alumnos en la enseñanza de las Ciencias

La Orden que regula los títulos universitarios oficiales de Maestro en Educación Primaria (Orden ECI/3857/2007, 2007), consideran las IAsM como un elemento clave a tener en cuenta en la enseñanza debido a su capacidad de facilitar el aprendizaje; a lo que Martín del Pozo et al. (2013) añaden que “uno de los indicadores de calidad en la enseñanza de los contenidos escolares es lo que los profesores piensan y hacen en el aula con las ideas de sus alumnos” (p.348).

¿Pero qué entendemos nosotros por IAsM?

Desde que se empezaron a estudiar las ideas de los alumnos se han utilizado diversos vocablos para referirse a ellas y cada uno de éstos se ha caracterizado por entender su naturaleza de una u otra manera (Cubero, 1994; Driver y Easley, 1978). Desde nuestra perspectiva las IAsM son los conocimientos autónomos sobre los contenidos a enseñar que forman parte de los modelos cognitivos que los alumnos han desarrollado para explicar el mundo (Pujol, 2003), y cuyo origen puede ser escolar, social y/o sensorial. Además poseen una serie de rasgos que las definen, tales como su estabilidad, funcionalidad, relativa coherencia interna, carácter universal y condición explícita, lo que nos permite hablar de un conocimiento alternativo y diferenciado, que es en lo que radica su valor epistemológico (Martín del Pozo et al., 2013); y es por todo esto que hemos decidido llamarlas así.

Lamentablemente aun hoy la mayoría de maestros, tanto en activo como en formación, mantiene una comprensión de las IAsM alejada de nuestro referente, y entiende su naturaleza más bien desde un punto de vista propio de una cultura educativa tradicional, entendiéndolas únicamente como el recuerdo de los contenidos que ya se han dado en clase (Contreras, 2010; Martín Del Pozo, R., De-Juanas Oliva, 2013; Windschitl, Thompson y Braaten, 2011). Sin embargo, las concepciones acerca de la realidad no son concepciones estáticas, sino que pueden cambiar a lo largo del tiempo, y evidentemente esto también sucede con las concepciones de los futuros maestros acerca de las IAsM.

El cambio del conocimiento profesional: los itinerarios de progresión

Desde un enfoque constructivista podemos entender este cambio como un proceso de evolución gradual que conduce a las ideas a estados sucesivos cada vez más complejos, en la medida que se van superando determinadas dificultades u obstáculos de aprendizaje asociados (García, 1997); y a estos estados contiguos cada vez más sofisticados en la evolución de las ideas es a lo que llamamos itinerarios de progresión o progresiones de aprendizaje, en sintonía con lo que plantea Heritage (2008).

Indagar en los distintos niveles y conseguir definir estos itinerarios es una estrategia que nos permite ayudar a que en la futura práctica docente estén presentes planteamientos más

complejos sobre las IAsM (Solís, Porlán, Martín del Pozo y Harres, 2013), puesto que nos facilitará conocer cómo cambian sus concepciones al respecto y qué obstáculos deben superar para alcanzar niveles de mayor complejidad (Rodríguez, Fernández y García, 2014), ajustando mejor la propuesta educativa a sus necesidades.

Por ello, desde este trabajo, pretendemos no solo definir los itinerarios de progresión que siguen los profesores a lo largo de un programa formativo (de corte constructivista e investigativo) cuando aprenden acerca de la naturaleza de las IAsM, sino también analizar en qué medida se dan estas progresiones dentro de esta propuesta.

DISEÑO METODOLÓGICO

Contexto formativo y participantes

Esta investigación forma parte del proyecto titulado La progresión del conocimiento didáctico de los futuros maestros en un curso basado en la investigación y la interacción con una enseñanza innovadora de las Ciencias (Op. cit.), en el que se diseñó y validó (Rivero et al., 2012, 2013) una propuesta formativa llamada APENCIP. Ésta se llevó a cabo en cinco clases de futuros maestros que cursaban la asignatura anual de Didáctica de las Ciencias Experimentales del grado de Maestros de Primaria de la Universidad de Sevilla, durante el curso 2012/13, con nueve créditos de carga lectiva y tres horas de docencia semanales.

La articulación de esta propuesta giró en base a tres preguntas de investigación: la primera hacía referencia a qué es la ciencia, aunque de esta no se recogieron datos para la investigación; la segunda a cómo diseñar la enseñanza en Ciencias; y la tercera a cómo es la investigación escolar en la práctica; siendo el hilo conductor de las actividades formativas el diseño en equipo de una propuesta para enseñar a alumnos de Primaria un contenido cualquiera del área de Conocimiento del Medio.

Lo primero que hicieron los participantes, partiendo del segundo problema (cómo diseñar en la enseñanza de las ciencias), fue decidir qué debía contener esa propuesta.

Seguidamente los alumnos elaboraron una primera versión de su propuesta de enseñanza (DS1 en adelante), y una vez elaborada trataron de caracterizar cada elemento curricular (contenidos, IAsM, metodología y evaluación) mediante un guion de análisis (GA) que permitía analizar la propuesta realizada.

Posteriormente, se confrontó esta propuesta con documentos que aportaban otros puntos de vista, y tras la puesta en común de estas informaciones los equipos sistematizaron las ideas elaboradas en torno a un guion de reflexión (GR) para cada elemento curricular, que servía, además, para ir señalando posibles modificaciones que mejorasen su DS1.

Tras esto los alumnos elaboraban una segunda versión de su propuesta (DS2), en la que recogían todas las modificaciones que habían ido trabajando en este proceso.

Posteriormente llegó al tercer problema de investigación que se trabajó a través del análisis y el debate de audiovisuales obtenidos en un proyecto de innovación educativa², y donde se comprobó cómo se lleva a cabo una enseñanza de las Ciencias basada en la investigación, cumplimentando otro guion, llamado guion de prácticas (GP), tras el cual se realizaron una tercera y última versión de la propuesta (DS3).

² Proyecto de innovación educativa: Elaboración de recursos audiovisuales para la formación del profesorado. (2010-2011).

Por último se hizo una actividad final (AF), que consistió en comparar las versiones elaboradas y valorar todo el proceso, aparte de algunas entrevistas semiestructuradas (ENT) a varios equipos de cada clase.

Aunque tal como hemos dicho, esta propuesta se implementó en cinco clases, solo una forma parte de esta investigación. Concretamente la clase A, con 57 alumnos organizados en 16 grupos de trabajo (unidad de análisis de nuestro estudio) con 4 o 5 componentes (numerados como A1, A2, A3, A4...A16) que cursaban por primera vez la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales y que aún no habían realizado Prácticas de Enseñanza pero sí habían cursado con anterioridad asignaturas relacionadas con la Didáctica General y con las Ciencias Experimentales; con edades comprendidas entre los 18 y los 42 años, y una media entorno a los 21 años; siendo el 54% de mujeres frente a un 46% de hombres.

Instrumentos de recogida de información

Con todo lo explicado anteriormente en relación a la propuesta formativa podemos reconocer la existencia de tres momentos distintos en la investigación, y por ello, también en la recogida de datos, siendo cada instrumento propio de un momento.

De este modo en el momento 1 (M1 en lo siguiente), anterior a cualquier intervención formativa, se recogió el GA y el DS1; en el momento 2 (M2) posterior a las actividades de contraste se recopiló el GR y el DS2; y en el momento 3 (M3), tras la intervención con los audiovisuales, se recogió el GP, el DS3, la AF, y las ENT.

Pero en este estudio que presentamos sólo analizaremos los tres diseños (DS1, DS2 y DS3) donde podremos ver cambios no organizados en el diseño de sus propuestas a lo largo del tiempo, y el GR referente a las IAsM, que nos permitirá analizar información declarativa específica de las IAsM obtenida mediante preguntas abiertas dirigidas.

Técnicas de análisis

Con la intención de facilitar el análisis de datos lo primero que hicimos fue diseñar una progresión de aprendizaje inicial en la que poder apoyarnos, definiendo en ella tres niveles (Tabla 1): el nivel más bajo (N1 a partir de ahora) fue definido coincidiendo con una perspectiva tradicional de la naturaleza de las IAsM; en el otro extremo, el nivel más alto o nivel de “referencia” (N3), se concretó tomando una perspectiva alternativa de las IAsM; y además de estos dos niveles se estableció un nivel intermedio (N2) que se ajustó al nivel que esperábamos que alcanzase la muestra en un proceso dirigido.

N1	Las IAsM son los recuerdos que conservan de los contenidos trabajados en el contexto escolar
N2	Las IAsM tienen una serie de características que las diferencian de otros tipos de ideas
N3	Las IAsM son un conocimiento epistemológicamente diferenciado que es utilizado selectivamente a lo largo de la vida frente a otros tipos de conocimiento.

Tabla 1 Niveles iniciales en el itinerario de progresión referente a la naturaleza de las IAsM

Sin embargo este sistema de niveles no lo dimos por “cerrado” sino que asumimos que en el trascurso de la investigación, y en negociación con los datos, la formulación de los niveles podría cambiar, y por supuesto podrían aparecer nuevos niveles.

Seguidamente, para el tratamiento de los datos fuimos extrayendo de los documentos de estudio (DS1, DS2, DS3 y GR) las unidades de información, que incluían unidades semánticas relativas a la naturaleza de las IAsM, y las clasificábamos en función de a qué nivel correspondían dentro del itinerario de progresión propuesto inicialmente haciendo uso del software Atlas.ti versión 6.2 (software para el análisis visual de datos cualitativos). Posteriormente, cuando ya se había extraído toda la información y se había

nivelado cita a cita, se situaba al grupo (a nivel global), en uno de los niveles, lo que se hacía en función de la información recuperada y del peso que ella tuviese en cada nivel de complejidad.

Además, durante este proceso procedimos a la validación de estas categorizaciones mediante triangulación con dos expertos, en la que se discutió la clasificación de las unidades de información en cuanto a su nivel y la nivelación global del equipo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en cada documento (y por lo tanto por momento) y en cada equipo pueden verse en la Figura 1, recogiendo los resultados de los diseños, por un lado y los de los GR por otro.

En ésta podemos ver como en M1, ningún equipo menciona nada con respecto a la naturaleza de las IAsM en sus diseños, y por ello decidimos añadir un nuevo nivel (N0) en la progresión que recogiese este hecho. Además, también apareció, tanto en el M2 como en el M3, un nuevo nivel no definido en el itinerario inicial, el N1-2, al cual se le llamó así por situarse entre N1 y N2. Este nuevo nivel implica reconocer que las IAsM también pueden originarse en un contexto no escolar. Veamos un ejemplo del equipo A5 al hablar de las IA, cuando dicen que “Tenemos que tener en cuenta que la mayoría de los conocimientos acerca de este tema (los animales) que puede tener los alumnos serán adquiridos por la televisión, pelis...”

Con lo que se refiere a la progresión seguida a través de los diseños pueden verse algunas progresiones manifestadas en el desplazamiento de algunos grupos hacia niveles más complejos en momentos más avanzados. Veamos como en el M2 un 18’75% ya no está en N0, y en el M3 ya es un 31’75%. Aun así, lo cierto es que aparece una progresión más baja a la esperada, puesto que inicialmente nosotros pensábamos que la mayoría de los grupos llegarían a un N2 (motivo en base al cual se definió este nivel).

Esto seguramente se deba a que en estos documentos, tal y como ya explicamos, los equipos trabajaron libremente, y no se les pidió expresamente que se manifestaran sobre ello, por lo que parece que muchos equipos no consideraron necesario hacerlo.

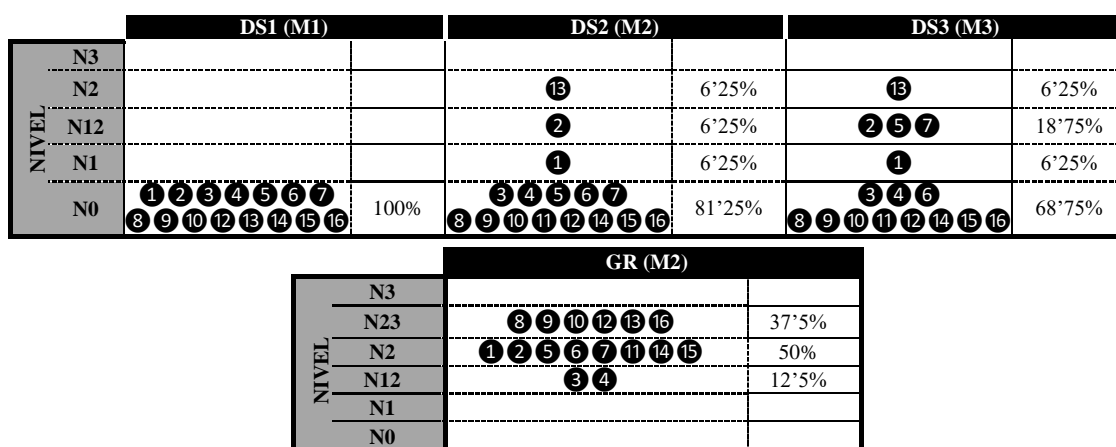


Figura 1 Niveles detectados por equipo, momento y documento

Sin embargo en lo referente al GR podemos observar (también en la Figura 1) como al ser preguntas dirigidas, el 100% de los grupos se sitúa en algún nivel distinto a N0.

Además también aquí encontramos el nivel N1-2 definido previamente, y uno nuevo al que llamamos N2-3, por situarse entre N2 y N3. Este nuevo nivel implica afirmar que las IAsM pueden coexistir con otros tipos de conocimiento distintos para un mismo contenido. Veamos un ejemplo del equipo A8 cuando dice que “A todos nosotros nos han enseñado que la tierra gira alrededor del sol pero ha habido un pequeño periodo de tiempo donde hemos seguido pensando que el sol era el que giraba, y por tanto hemos tenido las dos ideas a la vez, ya que nosotros veíamos al sol moverse”.

En este caso (al analizar los GR) los niveles si son mayoritariamente los esperados, ya que 8 equipos (el 50%) se sitúa en el esperado N2, quedando solo 3 (18'75%) en el nivel inferior N1-2, y 5 (un 31'25%) en el nivel inmediatamente superior N2-3. Aun así no localizamos ningún N3, cosa que tampoco sucedió en los diseños, y que señala la dificultad que esto entraña.

Con todo esto podemos reconocer en esta clase tres grandes tipos de itinerarios de progresión (Figura 2): los neutros en los que no hay progresión, los de progresión-meseta en los que la progresión se da desde el M1 al M2, y los de meseta progresión en las que el avance se da desde M2 a M3. Además, excepto en un equipo A13, el nivel en el que se sitúan los equipos en los GR siempre es superior al detectado en los diseños, lo que seguramente sucede porque sus diseños didácticos muestran, sobretodo, el conocimiento factual (saber diseñar) de los participantes, siendo este, normalmente, de menor nivel que el declarativo, el cual suele mostrar concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje más innovadoras de lo que a efectos prácticos desarrollan (Fernández, Tuset, Pérez y Leyva, 2009; Mansour, 2013).

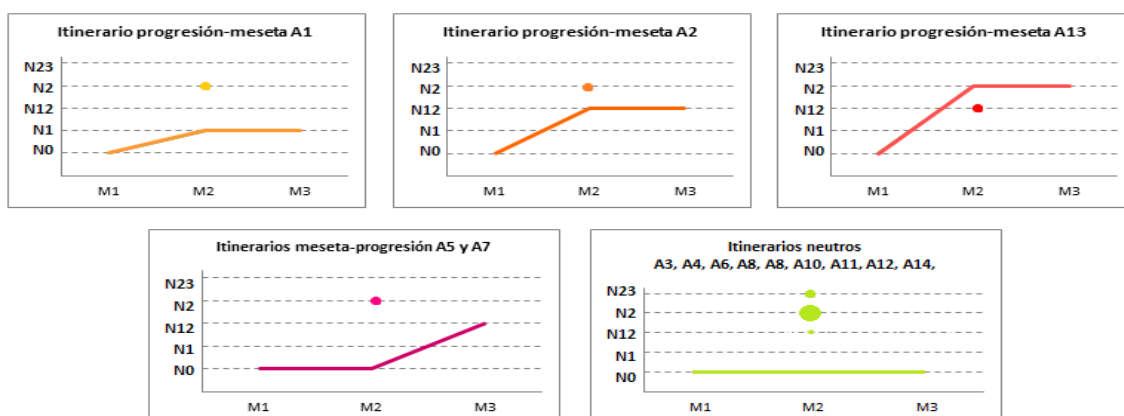


Figura 2 Itinerarios seguidos en los diseños, con sus niveles declarativos extraído del GR

Así pues, una vez analizados todos los datos y recogidos los nuevos niveles la progresión de aprendizaje quedo definida del modo que puede verse en la Tabla 2, con tres nuevos niveles (N0, N1-2 y N2-3).

N0	<i>No se explicitan concepciones al respecto</i>
N1	Las IAsM son los recuerdos que conservan de los contenidos trabajados en el contexto escolar
N1-2	<i>Las IAsM además también pueden originarse en contextos no académicos</i>
N2	Las IAsM tienen una serie de características que las diferencian de otros tipos de ideas
N2-3	<i>Las IAsM pueden coexistir con otros tipos de ideas para un mismo contenido</i>
N3	Las IAsM son un conocimiento epistemológicamente diferenciado que es utilizado selectivamente a lo largo de la vida frente estos otros tipos de conocimiento.

*Tabla 2 Niveles finales en el itinerario de progresión referente a la naturaleza de las IAsM
Nota: parecen en cursiva los niveles nuevos definidos tras el análisis de datos*

CONCLUSIONES

-La progresión de las concepciones acerca de las IAsM de los futuros maestros evolucionan siguiendo itinerarios de progresión con varios niveles intermedios, y a través de este trabajo hemos podido definir tres nuevos niveles (N0, N1-2 y N2-3).

-Propuestas formativas como la nuestra, basadas en la investigación de problemas prácticos y en la interacción con prácticas docentes innovadoras, facilitan que el conocimiento de los futuros maestros se desplace hacia concepciones más complejas, coincidiendo con estudios previos (Haefner y Zembal-Saul, 2004; Larkin, 2012).

-Los niveles de complejidad detectados en los diseños han sido menos complejos que los esperados, niveles intermedios a los propios de un modelo tradicional y los de un modelo alternativo. Esto, como ya hemos dicho en la discusión, posiblemente sea porque los documentos analizados proceden de un contexto factual y este tipo de conocimiento suele acercarse más a modelos tradicionales que el saber declarativo, hecho apoyado por el análisis de los GR, donde encontramos niveles más complejos.

-Este hecho recién nombrado apoya la idea de que pasar de posiciones tradicionales a posiciones constructivistas es un proceso difícil, sobre todo en sus diseños, puesto que, como IAsM que son, las concepciones de los profesores presentan resistencia al cambio.

BIBLIOGRAFÍA

Borhan, M. T. (2014). Problem based learning (PBL) in Teacher Education: a review of the effect of PBL on re-service teachers' knowledge and skills. *European Journal of Educational Sciences*, 1(1), 76-87.

Contreras, A. (2010). *Las creencias y actuaciones curriculares de los profesores de ciencias de secundaria de Chile*. Universidad Complutense de Madrid.

Cubero, R. (1994). Concepciones alternativas, preconcepciones, errores conceptuales ... ¿distinta terminología y un mismo significado?". *Investigación en la escuela*, 23, 33-42.

Driver, R. y Easley, J. (1978). Pupils and Paradigms: a Review of Literature Related to Concept Development in Adolescent Science Students. *Studies in Science Education*, 5(1), 61-84.

Etherington, M. B. (2011). Investigative primary science: A problem-based learning approach. *Australian Journal of Teacher Education*, 36(9), 36-57.

Fernández, M., Tuset, A., Pérez, R. y Leyva, A. (2009). Concepciones de los maestros sobre la enseñanza y el aprendizaje y sus prácticas educativas en clase de Ciencias Naturales. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 27(2), 287-298.

Furtak, E. M. (2012). Linking a learning progression for natural selection to teachers'

enactment of formative assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9), 1181-1210.

García, J. E. (1997). La formulación de hipótesis de progresión para la construcción del conocimiento escolar: una propuesta de secuenciación en la enseñanza de la ecología. *Alambique*, 14, 37-48.

Haefner, L. A. y Zembal-Saul, C. (2004). Learning by doing? Prospective elementary teachers' developing understandings of scientific inquiry and science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 26(13), 1653-1674.

Heritage, M. (2008). Learning progressions: Supporting instruction and formative assessment. Washington, DC: Council of Chief State School Officers.

Larkin, D. (2012). Misconceptions About «Misconceptions»: Preservice Secondary Science Teachers' Views on the Value and Role of Student Ideas. *Science teacher education*, 96(15), 927-959.

Mansour, N. (2013). Consistencies and inconsistencies between science teachers' beliefs and practices. *International Journal of Science Education*, 35(7), 1230-1275.

Martín del Pozo, R., Arillo, M. A., Ezquerra, A., Fernández, P., Galán, P., García, E., ... San Martín, C. (2013). *Las ideas científicas de los alumnos y alumnas de Primaria: tareas, dibujos y textos*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

Martin Del Pozo, R., De-Juanas Oliva, A. (2013). La valoración de los maestros sobre la utilización didáctica de las ideas de los alumnos. *Revista Complutense de Educación Núm*, 267(2), 1130-2496.

ORDEN ECI/3857/2007, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Maestro en Educación Primaria. (2007).

Perales, F. J., Cabo, J. M., Vílchez, J. M., Fernández, M., González, F. y Jiménez, P. (2014). La reforma de la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria: propuesta de un diseño del currículo basado en competencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 9-28.

Peterson, R. y Treagust, D. (1998). Learning to teach Primary Science through problem-based learning. *Science Education*, 82, 215-237.

Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcarate, P. y Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado en Ciencias I: marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 31-46.

Porlán, R., Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 155-171.

Porlán, R., Rivero, A. y Solís, E. (2010). Un modelo de formación para el cambio del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(September 2010), 1-9.

Pujol, R. M. (2003). *Didáctica de las Ciencias en educación Primaria*. Madrid: Editorial Síntesis.

Rivero, A., Hamed Al-la, S., Martín, R., E., S., Fernández, J., Porlán, R., ... Ezquerra, A. (2013). La formación inicial de maestros de primaria: qué hacer y cómo en didáctica de las ciencias. Girona: España: Ponencia presentada en IX congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias.

Rivero, A., Porlán, R., Solís, E., Rodríguez, F., Hamed, S., Martín del Pozo, R., ... Azcárate, P. (2012). *Aprender a enseñar ciencias en primaria. Actividades de formación inicial de maestros para aprender a enseñar ciencias por investigación escolar (cuaderno APENCIP)*. Sevilla: Copiarte.

Rodríguez, F., Fernández, J. y García, E. (2014). Las hipótesis de transición como herramienta didáctica para la Educación Ambiental. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 303-318.

Solís, E., Porlán, R., Martín del Pozo, R. y Harres, J. (2013). Aprender a detectar las ideas del alumnado sobre los contenidos escolares.

Windschitl, M., Thompson, J. y Braaten, M. (2011). Fostering Ambitious Pedagogy in Novice Teachers: The New Role of Tool-Supported Analyses of Student Work. *Teachers College Record*, 113, 1311-1360.

Análisis de sesiones de Trabajos Prácticos en laboratorio e implicaciones para la asignatura Ciencias de la Naturaleza del Grado de Maestro de Educación Infantil

Ferrer, L. M., De Echave, A., Mateo, E.

Departamento de didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza.

luismifb@unizar.es.

RESUMEN

En este trabajo se muestra el análisis de las grabaciones de vídeo de tres sesiones de laboratorio de los estudiantes de la asignatura Ciencias de la Naturaleza del Grado de Maestro de Educación Infantil de la Universidad de Zaragoza y se presentan las conclusiones con implicaciones en la mejora de la docencia de la asignatura.

Palabras clave

Formación inicial del profesorado, Trabajos Prácticos, Educación Infantil, grabaciones vídeo.

INTRODUCCIÓN

Esta comunicación forma parte de una investigación más amplia y recoge una experiencia basada en una práctica reflexiva (Perrenoud, 2004) de la innovación y la mejora didáctica de la asignatura Ciencias de la Naturaleza en Educación Infantil (en adelante CNEI) del Grado de Maestro de la Universidad de Zaragoza realizada a partir del análisis de las grabaciones de vídeo de algunas de las sesiones de laboratorio.

Esta experiencia tiene un interés principalmente descriptivo e ilustrativo de lo que ocurre “realmente” durante las sesiones de prácticas. Debido a las múltiples interacciones, tareas a realizar y objetivos a conseguir en estas sesiones, muchas veces el profesor no es consciente porque debe atender a todos los grupos a la vez y no dispone del tiempo suficiente para acompañar en el proceso de aprendizaje a cada uno de ellos.

Es por ello que, durante el curso 2014-2015 se grabaron tres sesiones prácticas de las alumnas de Grado, se analizaron las grabaciones y se extrajeron conclusiones interesantes para la mejora de la docencia de la asignatura, que se presentan en esta comunicación.

JUSTIFICACIÓN Y MARCO TEÓRICO

La Educación Infantil está adquiriendo en los últimos años una importancia cada vez mayor en la escolarización de nuestros pequeños y pequeñas. No cabe duda de que estos primeros años en la vida son cruciales para el desarrollo posterior como adultos tanto a nivel de conocimientos como de actitudes y valores, y de las propias capacidades físicas (Fernández Manzanal y Bravo, 2015). Por ello es necesario por una parte profundizar en el conocimiento de los mecanismos de aprendizaje de los niños y niñas en estas primeras edades, y por otra en el desarrollo de los mejores métodos y estrategias didácticas para hacer de nuestra enseñanza un proceso además de efectivo, amable, agradable y bello.

Igualmente, desde hace décadas, en las investigaciones en didáctica de las Ciencias Experimentales, se viene destacando la importancia del rol del docente y de la formación inicial de estos, en particular, para un buen desempeño de su labor como maestros de ciencias (Hattie, 2003; Porlán, 2011). El profesor es considerado como el factor clave para el buen desarrollo y éxito de cualquier reforma o innovación educativa que se pretenda implantar en las escuelas, por lo que nos decantamos por realizar nuestra aportación a la mejora de la didáctica de las ciencias experimentales a partir del campo de la formación inicial de los maestros y maestras.

Así mismo, dentro de la DCE, los trabajos prácticos (TP) en el aula siguen siendo un tema de gran actualidad. A pesar de que nadie cuestiona realmente su importancia, diversos estudios a lo largo de estos años sí se han mostrado críticos no tanto con los trabajos prácticos en sí mismos, sino con el tipo de trabajo práctico que se plantea y para qué (Hodson, 1994), y sobre cuál es el mejor enfoque para hacerlos realmente efectivos y útiles teniendo en cuenta los objetivos concretos que nos planteemos en el aprendizaje de ciencias (Hofstein y Lunetta, 2004; Millar, 2004).

CONTEXTO

La asignatura CNEI se imparte durante el segundo cuatrimestre del segundo curso del Grado de Maestro de Educación Infantil y tiene un contenido lectivo de 6 créditos ECTS. Merece la pena señalar que es la segunda asignatura de una didáctica específica que los alumnos han tenido hasta el momento en su formación en el Grado.

Aunque el enfoque general de la asignatura es teórico-práctico tanto en las clases de grupo único como de grupo partido, se entiende que son precisamente las desarrolladas en el laboratorio las que ponen el acento marcadamente práctico desde la perspectiva de las ciencias experimentales, tanto por el desarrollo con un número reducido de estudiantes (20-25 por sesión), como por la orientación y el enfoque dados a las mismas.

Las estudiantes realizan cinco sesiones en el laboratorio de dos horas cada una. Estas sesiones están diseñadas con un doble objetivo:

- Por un lado, favorecer el aprendizaje desde la práctica de contenidos relacionados con conceptos científicos; con el proceso y métodos de las ciencias; y con las actitudes, científicas y hacia las ciencias.
- Por otro lado, dotar a las estudiantes de las estrategias didácticas necesarias para poder trasladar a la etapa de EI los contenidos aprendidos mediante actividades prácticas.

Las tres sesiones grabadas que llevan a cabo las estudiantes tienen por título: “Las flores; Mezclo y separo; y ¿Flota o se hunde?”. En la secuencia de estas actividades se considera un orden creciente de complejidad, tanto de contenidos científicos como didácticos.

METODOLOGÍA

La metodología seguida en esta experiencia ha consistido en la grabación, transcripción y análisis de los vídeos de tres de las cinco sesiones prácticas en el laboratorio de los estudiantes de Grado, las tituladas “Las flores”, “Mezclo y separo” y “¿Flota o se hunde?”, durante el curso 2014-2015.

La muestra de la investigación la componen dos grupos de trabajo, 8 estudiantes en total, todas chicas. Los grupos fueron seleccionados durante la primera sesión en el laboratorio con un criterio de participación en clase.

Las sesiones fueron grabadas, posteriormente transcritas y analizadas siguiendo un método de codificación abierta y axial. La codificación abierta es la parte del análisis en la que se identifican, nombran, categorizan y describen los fenómenos encontrados a lo largo del texto. A partir de las categorías que se originan en la fase de categorización abierta, se seleccionan las que parecen más importantes para una elaboración adicional más abstracta. Así mismo se pueden establecer relaciones entre estas categorías (codificación axial).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos se clasifican según las 8 categorías establecidas en el análisis. Estas categorías han sido seleccionadas teniendo en cuenta los aspectos en los que el estudio quería centrarse de acuerdo tanto con la literatura existente al respecto de los trabajos prácticos como de la experiencia previa de los profesores encargados de la asignatura en cursos anteriores:

1. Expresión de emociones

Efectivamente a lo largo de las tres sesiones, en uno de los grupos, se pueden observar diferentes momentos en los que las alumnas muestran distintas emociones como la alegría, la sorpresa o la frustración y mucha de ellas con bastante intensidad, como cuando consiguen hacer algo que se les pide y gritan, literalmente, de alegría.

Igualmente es interesante que el otro de los grupos apenas muestra ninguna emoción, ni positiva ni negativa a lo largo de las tres sesiones analizadas.

2. Dificultades, dudas y errores conceptuales

A lo largo de las tres sesiones surgen dudas y dificultades conceptuales referidas a los objetivos que nos planteamos para cada práctica. Se exponen a continuación estos errores, dudas y dificultades conceptuales encontrados:

- El concepto de ser vivo no está claro. Afirman por ejemplo, que “la flor es un ser vivo”. (Nos referimos a la flor que están observando en el laboratorio, obtenida de una planta viva).
- No tienen claro el concepto de mezcla. Afirman por ejemplo, que “la arena y el agua sí que se mezclan, pero el aceite y el agua no”.
- Encuentran dificultades para reconocer que lo que hacemos al separar componentes de una mezcla es buscar alguna característica o propiedad de esos componentes, que sea distinta para cada uno de ellos (densidad en la decantación, tamaño en la filtración, etc...).
- Surgen también dificultades y errores ya que confunden términos y propiedades como densidad o fluidez. “El aceite como es más denso, se queda como pegado”, o la absorción, “la plastilina absorbe el agua”.
- Desconocen el concepto de densidad. Afirman directamente “Yo, para empezar, no sé ni lo que es la densidad.
- No tienen claros tampoco los conceptos de masa, peso, volumen o la diferencia entre masa y peso, más allá de que en el lenguaje cotidiano puedan seguir utilizándolos indistintamente. Afirman, por ejemplo que “la densidad es el peso”.

3. Dificultades, dudas y errores procedimentales

A lo largo de las tres sesiones surgen también dudas y dificultades procedimentales, referidas a los objetivos que nos planteamos para cada práctica y que exponemos a continuación:

- Se detectan dificultades en las estudiantes para diferenciar entre diseñar un experimento y realizarlo. En general la parte inicial de pensar qué voy a hacer, qué va a pasar..., a pesar de pedirse explícitamente en los guiones, en muchas ocasiones no la llevan a cabo.
- En cuanto al uso de instrumentos, los dos grupos y todos los componentes de cada uno de ellos realizan las operaciones necesarias en cada actividad con normalidad. Se detecta sin embargo que les falta destreza en su manejo, sobre todo de las lupas binoculares y los microscopios cuyo funcionamiento y manejo ha sido explicado en varias ocasiones a lo largo de la asignatura.
- En cuanto a la observación, podemos comprobar que realizan descripciones superficiales de los hechos y fenómenos. Afirman por ejemplo que “la arena se queda arriba y el agua se queda abajo”. En realidad arriba queda arena húmeda y abajo agua con arena.

4. Objetivos actitudinales

Respecto a las actitudes, podemos dejar constancia de algunas anotaciones interesantes surgidas de las observaciones:

- En primer lugar destacamos la diferencia de concentración en el trabajo entre los dos grupos analizados. Mientras que uno de los grupos mantiene un nivel de concentración bastante alto a lo largo de toda (las dos horas que dura) la sesión y de todas sesiones (las tres analizadas), el otro muestra una mayor facilidad para perder la concentración, para hablar de otros temas que nada tienen que ver con la práctica (ropa, otras asignaturas...).
- En cuanto a las actitudes mostradas durante las sesiones hay mucha diferencia entre un grupo y otro. Mientras que uno de los grupos muestra interés por aprender y contestar correctamente a las preguntas planteadas, como ya hemos comentado, el otro no muestra mucho interés por aprender. Como ejemplo, apuntamos la siguiente frase: “El huevo flota porque yo lo he visto, que a las chicas (otro grupo), les ha flotado, así que ponemos que flota y pasamos al siguiente”.
- Así mismo, destaca la falta de iniciativa que muestran los dos grupos. Nos referimos a falta de iniciativa en el sentido de que no se plantean más dudas o cuestiones de las que el guion propone. Únicamente en una ocasión, uno de los grupos se plantea la duda “¿Pasa lo mismo si metes el huevo en agua con sal o en agua con azúcar?”

5. Dificultades, dudas y errores de la transposición a EI

Es digno de destacar, en este aspecto, que apenas surgen dudas de adaptación a EI porque prácticamente en ningún momento se ponen en el rol de maestras. A lo largo de todas las sesiones grabadas, en una sola ocasión, las alumnas se plantean cómo adaptar la actividad a EI. Es en la práctica de “Flota o se hunde” cuando después de una discusión sobre por qué o por qué no flota la plastilina, una de las alumnas plantea: “¿y esto con los niños se hace?, porque es muy complicado”. Así pues destacamos que durante la realización de las prácticas, a pesar de las indicaciones expresas de hacerlo, las maestras no salen de su rol de alumnas y de aprendices de ciencias.

6. Cooperación en el grupo

Conviene señalar el buen ambiente que se genera en el laboratorio durante la realización de las prácticas. Entre los componentes de los equipos se preguntan mucho, se escuchan, se respetan y de esas interacciones surgen ideas y aportaciones muy interesantes. Por ejemplo, tratando de explicar por qué se forma la bola de aceite en una mezcla y de agua y alcohol en la práctica de “Mezclo y separo” dicen:

R: - “¿Podrías explicar por qué ocurre esto?”

A: - “Tiene que ver con la densidad”

R: - “Porque la mezcla de agua alcohol hace que el aceite se quede en medio”.

A: - “Claro, el agua es menos densa que el aceite y el aceite a su vez menos denso que el alcohol, por eso el aceite no puede ni subir arriba ni bajar abajo”

V: - “Sí, es así pero al revés, el agua es más densa que el aceite y el aceite que el alcohol”

7. Otras anotaciones de interés para la mejora de las sesiones de laboratorio

En este apartado incluimos otras observaciones que nos han resultado interesantes tras el visionado de las sesiones prácticas y que en algunos casos ayudan a comprender la dinámica de los grupos en el laboratorio.

Un punto importante a destacar es que en muchas ocasiones no leen el guion antes de ponerse a realizar la actividad. Comienzan a manipular directamente sin saber siquiera lo que deben hacer. Esto ocasiona, a veces, el tener que repetir la actividad y en otras la pérdida de aprendizaje que supone no hacer el paso previo de reflexión y de diseño.

Así mismo, gracias a las grabaciones se han detectado errores en la redacción de los guiones que inducían a error a las estudiantes y que han sido subsanados para próximos cursos.

También a modo de reflexión para el profesorado de la asignatura, cabe destacar que durante la sesión de “Las flores”, uno de los dos grupos, ni siquiera encendió la lupa binocular que era uno de los instrumentos básicos y fundamentales que se pretendía que utilizarasen.

8. Resultados de aprendizaje

A pesar de que el análisis se ha centrado en los aspectos a mejorar del trabajo en el laboratorio es importante destacar también los logros conseguidos en cuanto a aprendizajes y cambio conceptual por parte de los estudiantes.

En la tabla 1 se presentan los objetivos conceptuales y procedimentales para cada una de las sesiones. Solo se incluyen los que se introducen en cada sesión. Los de sesiones anteriores aunque también se recogen como objetivos de la sesión no se incluyen en esta tabla.

	Objetivos conceptuales	Objetivos procedimentales
Las flores	<p>Conocer algunos nombres o conceptos relacionados con las flores: y distinguir las que forman parte del proceso reproductivo de la planta y las que no.</p> <p>Conocer la función de las flores: órgano reproductor de algunos tipos de plantas.</p> <p>Conocer el ciclo vital de las plantas.</p> <p>Reconocer la función de las semillas en el ciclo vital de las plantas.</p> <p>Establecer un primer modelo de flor simple.</p>	<p>Manejo de material. Lupas de mano, lupas binoculares y microscopios.</p> <p>Observación. Identificación de propiedades observables sensorialmente y registro de datos cualitativos.</p> <p>Establecer semejanzas y diferencias.</p> <p>Elaboración de un informe final. A partir de opciones cerradas. A partir de cuestiones concretas y preguntas abiertas.</p> <p>Representaciones simbólicas y de datos. Utilización de modelos.</p> <p>Medición. Registro de datos cuantitativos.</p> <p>Clasificación. Diseño y utilización de claves de elaboración propia. Utilizar criterios de clasificación de otros. Utilizar procesos de seriación y ordenación.</p>
Mezclo y separo	<p>Concepto de mezcla.</p> <p>Conocer distintas técnicas de separación. Tamización, filtración, separación magnética y decantación.</p> <p>Asociar la técnica de separación a las propiedades físicas de los materiales en las que se basan. Tamaño, magnetismo, densidad.</p>	<p>Identificación de problemas. Identificación de las variables asociadas a los diferentes hechos de la situación problemática.</p> <p>Realización de predicciones y emisión de hipótesis.</p> <p>Diseño experimental. Identificación de estrategia para la resolución de un problema.</p> <p>Análisis de datos. Reconocimiento de tendencias o relaciones cualitativas.</p> <p>Establecimiento de conclusiones. Inferencias inmediatas a partir de observaciones y datos.</p> <p>Uso de técnicas comunicativas. Esquemas.</p>
¿Flota o se hunde?	<p>Reconocer los factores relevantes en EI de los que depende la flotación de los cuerpos. Masa, volumen, fluido en el que se sumerge el cuerpo.</p> <p>Sentar las bases conceptuales para más adelante poder construir el concepto de densidad.</p>	<p>Manejo de material de laboratorio. Respetando las normas de uso. Vasos de precipitados, embudos.</p> <p>Relación entre variables. Identificación de variables.</p> <p>Interpretación de observaciones, situaciones.</p> <p>Generalización de las conclusiones y rango de aplicabilidad.</p> <p>Realización de un informe interpretativo y explicativo.</p>

La mayoría de las estudiantes alcanzan la mayoría de los objetivos planteados para cada sesión. Además de las grabaciones de vídeo, los guiones de laboratorio han sido fundamentales para comprobar dicha consecución.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES PARA LA ASIGNATURA CNEI

1. Expresión de emociones

Efectivamente los aspectos emocionales son clave en el aprendizaje de las ciencias (Mellado et al, 2009). Los dos grupos tienen comportamientos emocionales muy distintos. Aunque es imposible a partir de las observaciones realizadas en esta investigación establecer una relación clara entre las variables afectiva y cognitiva, los resultados de aprendizaje del grupo que muestra más interés y motivación son mejores que los del otro grupo. Creemos que se debe seguir profundizando, tanto en la investigación científica que sea capaz de resolver esta relación entre ambas variables en la práctica docente, tanto en Educación Infantil y universitaria, que incluya los aspectos emocionales en el aula de una manera más natural y habitual.

2. Dificultades, dudas y errores conceptuales.

Las estudiantes de Grado analizadas en las grabaciones muestran errores y dificultades conceptuales sobre todos los temas tratados en las sesiones de laboratorio. Aunque como se ha mostrado, superan algunos de los objetivos conceptuales planteados en cada una de las sesiones, a lo largo de las cinco prácticas de laboratorio, únicamente se tratan cinco temas científicos. Si en estos tres temas demuestran dificultades es de suponer que en otros contenidos que se tratan a lo largo de la Educación Infantil, mostrarán las correspondientes dificultades.

Esta situación plantea el dilema de hasta qué punto las futuras maestras con unos conocimientos científicos tan limitados y poco robustos serán capaces de enseñar ciencias correctamente en el aula a sus futuros alumnos y alumnas. Es necesario pues replantearse el equilibrio necesario entre enseñar contenidos científicos y contenidos didácticos, contenidos estos que será imposible afianzar sin una buena base de los primeros.

3. Dificultades, dudas y errores procedimentales

En este aspecto cabe destacar la necesidad, de cara a futuros cursos de la asignatura, de insistir en la importancia de plantear actividades experimentales en ciencias para las alumnas de Grado en las que deban llevar a cabo todos los pasos que dichas actividades requieren: planteamiento de hipótesis, diseño y realización de experimentos, análisis de resultados, comunicación y debate de las conclusiones. Es decir, realizar repetidamente actividades que pongan en práctica las características del aprendizaje científico.

4. Objetivos actitudinales

Señalamos en este punto la importancia de los factores motivacionales y de interés. Ambos grupos muestran actitudes muy distintas, que en muchas ocasiones escapan al control del profesor. Es importante incluir fórmulas para mantener el interés y la motivación de las alumnas a lo largo de la sesión, a la vez que se les hace ser conscientes de la importancia de la implicación personal en el aprendizaje.

5. Dificultades, dudas y errores de transposición didáctica a EI

En este punto destacamos la necesidad de incluir en el guion de manera más explícita aspectos que obliguen a las estudiantes a dar los primeros pasos hacia el rol de maestras incluso mientras realizan la práctica. Para ellas es un reto cognitivo importante la propia realización de la práctica, pero de todas formas hay que, de alguna manera, y utilizando estrategias eficaces, forzar ese cambio de papeles entre estudiante y maestra.

6. Cooperación en el grupo

Destacamos la importancia del trabajo en grupo para el progreso del aprendizaje. A la luz de las conversaciones mantenidas por las componentes de los dos grupos, el intercambio de ideas es uno de los pilares básicos en los que se apoya el progreso y el cambio en las ideas de las estudiantes. Sería deseable poder mantener esta estructura de pequeños grupos a lo largo de la mayor cantidad posible de clases, tanto en el aula como en el laboratorio.

7. Otras anotaciones de interés para la mejora de las sesiones de laboratorio

Señalamos en este punto la ayuda que proporciona para la mejora en la planificación y desarrollo de la asignatura CNEI la observación externa de las clases y las aportaciones que supone. En este caso el análisis y reflexión sobre las grabaciones en vídeo han proporcionado información valiosa sobre el funcionamiento de las clases y las sesiones que normalmente escapa a la atención del profesor. Sería muy interesante implementar este tipo de prácticas, de observación externa o de grabación de manera más habitual.

8. Resultados de aprendizaje

Finalmente es necesario reconocer y valorar aquí los resultados de aprendizaje logrados por las alumnas de Grado a lo largo de las tres sesiones en el laboratorio estudiadas en este capítulo, lo que nos lleva a insistir en la necesidad, importancia y utilidad de las sesiones de laboratorio en la formación en contenidos científicos de las futuras maestras de EI.

BIBLIOGRAFÍA

Fernandez-Manzanal, R. y Bravo, M. (2015). *Las ciencias de la naturaleza en la educación infantil. El ensayo, la sorpresa y los experimentos se asoman a las aulas*. Madrid: Pirámide.

Hattie, J. (2003). Teachers Make a Difference: What is the research evidence? *Australian Council for Educational Research Annual Conference on Building Teacher Quality*.

Hofstein, A. y Lunetta, V.N. (2004). The laboratory in science education: foundation for the XXIst century. *Science Education*, 88, 28-54.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (3), 299-313.

Mellado, V., Garritz, A. y Brígido, M. (2009). La dimensión afectiva olvidada del conocimiento didáctico del contenido de los profesores de ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas. Número extra: VIII congreso internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias*.

Millar, R. (2004). The role of practical work in the teaching and learning of science. Paper prepared for the Meeting: High School Science Laboratories: Role and Vision National Academy of Sciences, Washington, DC.

Perrenoud, P. (2004). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar*. Barcelona: Graó.

Porlán, R. Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P. y Pizzato, M. (2011). El cambio del profesorado de ciencias II: Itinerarios de progresión y obstáculos en estudiantes de magisterio. *Enseñanza de las Ciencias*. 29 (3), 353-370.

La Educación para la Sostenibilidad en el ámbito universitario. Un estudio de caso múltiple en la Universidad de Cádiz

García-González, E., Jiménez-Fontana, R., Azcárate, P., Navarrete, A.

Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz.

esther.garcia@uca.es

RESUMEN

La Educación para la Sostenibilidad se está promoviendo desde diferentes áreas de conocimiento, pero es innegable que el campo de las ciencias experimentales es uno de los principales impulsores de esta perspectiva.

Presentamos un trabajo que analiza la práctica docente en el ámbito universitario y su potencialidad para promover una Educación para la Sostenibilidad en el mismo, desde un referente metodológico que hemos diseñado apoyados en algunas características fundamentales de la enseñanza de las ciencias.

Para ello hemos desarrollado un estudio de casos múltiple a partir del cual se analizan y contrastan las prácticas de tres profesores de la Universidad de Cádiz que trabajan en diferentes áreas de conocimiento.

Los resultados obtenidos reflejan un bajo grado de integración de la sostenibilidad para dos de los casos analizados, uno de ellos trabaja el ámbito en ciencias experimentales y un grado mayor de integración de la sostenibilidad para uno de los casos.

Palabras clave

Educación para la Sostenibilidad, metodologías, formación profesorado, educación superior.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la Educación para la Sostenibilidad en el ámbito universitario ha adquirido especial relevancia. Son diversas las causas que la sitúan en el candelero, pero podríamos afirmar que la cada vez más grave crisis socio-ambiental y el contexto de convergencia europea, que insta hacia nuevas formas de entender los procesos de enseñanza-aprendizaje, se han convertido en dos de las principales impulsoras.

En este sentido son numerosas las iniciativas que se están llevando a cabo para promover la cultura de la sostenibilidad en las universidades españolas (Tilbury, 2011; Segalàs, Mulder & Ferrer-Balas, 2012) pero acabamos de iniciar el camino. Por ejemplo, son escasas las iniciativas centradas en prácticas docentes que faciliten la integración de la misma en el ámbito universitario y concretamente en sus aulas. Este es precisamente el objeto de la investigación que presentamos, la cual se centra en analizar la incidencia de las metodologías puestas en juego por los profesores universitarios en la inclusión de la sostenibilidad en sus aulas.

Desde hace varios años siendo conscientes de esta deficiencia, la Universidad de Cádiz y en concreto el grupo de investigación “Desarrollo Profesional del Docente” (DPD) ha

desarrollado diversos procesos de investigación centrados sobre formas de intervención en el aula que pasan por el diseño de metodologías y sistemas de evaluación coherentes con los principios que promueve la sostenibilidad.

REFERENTES DE INVESTIGACIÓN

¿Qué entendemos por Educación para la Sostenibilidad en el ámbito universitario?

Partimos de la idea de sostenibilidad presentada por la Comisión Sectorial de Calidad Ambiental, Desarrollo Sostenible y Prevención de Riesgos, es decir, un concepto “que incluye la búsqueda de la calidad ambiental, la justicia social y una economía equitativa y viable a largo plazo” (C.A.D.E.P.-C.R.U.E., 2012, p.5).

La complejidad radica en el aterrizaje de esta idea en las universidades de forma integral y coherente con las políticas educativas, sin reducir las acciones al estudio conceptual, pues la sostenibilidad implica un gran abanico de conocimientos, saberes y habilidades que sobrepasan la parcelación del saber (Geli, 2002). Se trata de cambio hacia un nuevo paradigma, un cambio radical y profundo en el sistema universitario actual, que requiere decisiones políticas e institucionales, así como espacios para la construcción conjunta de estrategias (Wals & Jickling, 2002; Leal Filho, 2009). Todo ello impregnado de una perspectiva a largo plazo, pues hablamos de un cambio que solicita de las personas una nueva forma de posicionarse en el mundo. Este cambio supone un proceso de digestión, asimilación y puesta en marcha del mismo, que llegue a provocar transformaciones significativas (Azcárate, Navarrete, & García-González, 2012). No debe ser un proceso impuesto, pues sería contradictorio con los objetivos que se persigue, conlleva más bien abordar todo el proceso educativo de una manera holística.

¿Cómo podemos favorecer su inclusión en las aulas universitarias?

Son numerosas las acciones y desde diversos ámbitos, que pueden desarrollarse para promover la integración de la sostenibilidad en la universidad. No obstante, desde nuestra perspectiva estas acciones deben iniciarse en las aulas, a partir de la metodología puesta en juego. Esta refleja el sentido que el docente da a la formación de profesionales e incide en las formas en que estos abordarán los problemas socio-ambientales en su desempeño profesional. De forma que el profesor es el eje central en un proceso de integración de sostenibilidad en el aula, en un proceso de innovación educativa, que es lo que al fin y al cabo pretende la Educación para la Sostenibilidad (Cotton, Warren, Maiboroda, & Bauley, 2007).

Las aulas son espacios para el cambio y en estas el profesorado interviene de forma directa. Nos aproximamos a ellas desde una perspectiva compleja que permite analizar su funcionamiento como un conjunto de interacciones entre las partes que las componen (Jiménez-Fontana, García-González, Azcárate, & Navarrete, 2015). Asimismo esta complejidad lleva a mantener la dualidad en la unidad del aula, esto es, que en un mismo espacio coexisten ideas que se excluyen mutuamente, pero que son inseparables y complementarias dentro de una misma realidad o fenómeno (Mora & Parga, 2014). Desde esta perspectiva y teniendo en cuenta características propias de la enseñanza de las ciencias, proponemos una serie de elementos metodológicos que se conforman como ejes dialógicos y que son un binomio resultado de las piezas que componen un proceso de enseñanza-aprendizaje. De forma sucinta, las relaciones que caracterizan las metodologías y sobre las cuales centramos nuestro estudio, son:

- Relación Profesor-Alumno, Vertical↔Horizontal: combinación entre la posición vertical del profesor, responsable en parte de lo que ocurrirá en el aula y la horizontal donde los alumnos son agentes activos, de forma que todos se comprometen con su proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Competencias, Específica↔Transversales: siendo las específicas las referidas a lo conceptual y las transversales, las que conectan lo conceptual con el medio y preparan a los alumnos para afrontar los desafíos sobre su propio trabajo y tomar decisiones en pro de la sostenibilidad.
- Realidad socio-ambiental, no Integrada ↔Integrada: los procesos de enseñanza-aprendizaje deben vincularse a nuestro medio ambiente, entendido en sentido amplio, pues aprendemos en tanto en cuanto somos capaces de solucionar las nuevas situaciones que encontramos en él. Es imprescindible que la realidad socio-ambiental y los problemas asociados estén presentes en las aulas universitarias, conectándolos con el conocimiento académico.
- Recursos, Internos↔Externos: el uso de los recursos nos informa si se entiende el aula como un sistema sin interacciones, donde solo se utilizan recursos de orden interno o un sistema que, a través de recursos externos, establece conexiones con el entorno.
- Evaluación, Acreditativa↔Procesual: la acreditativa es una evaluación cuyos resultados se traducen en calificaciones que dan constancia de los estudios realizados. Por su parte, la procesual recoge información sobre proceso y participantes, los resultados tienen repercusiones sobre ambos, además permite introducir mejoras que revierten en el proceso. Ambos tipos se complementan, una es necesaria por el contexto legal y la otra como reguladora del proceso.
- Dinámicas de aula, Cerradas↔Abiertas: las cerradas se refieren a las clases magistrales, son necesarias para ordenar ideas, asentar bases, dar orientaciones y tienen que alternarse con dinámicas abiertas que permitan la inclusión de nuevos contenidos, centros de interés o problemas, dinámicas que den flexibilidad al proceso y permitan la participación.
- Trabajo de aula, Individual↔ en Grupo: el aprendizaje está caracterizado por una componente individual y una social. Nos aproximamos al aprendizaje inicialmente de forma personal, pero necesitamos el contraste con el grupo para crear el conflicto cognitivo que provoca la re-estructuración de ideas y el consecuente aprendizaje. Ambas deben contemplarse en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Estas estrategias son habituales en muchas aulas universitarias, sin embargo entre un extremo y otro de los ejes presentados se despliegan una serie de posibilidades relacionadas con las decisiones que toma el profesor con respecto a la gestión del elemento metodológico en cuestión y que favorecerá en mayor o menor medida la integración de la sostenibilidad y por tanto repercutirá en la formación de nuevos profesionales comprometidos en la lucha por otro mundo posible.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Partiendo de los presupuestos teóricos y la complejidad del problema de investigación, hemos optado por una investigación cualitativa de corte interpretativo, a través de un estudio de caso. La perspectiva cualitativa determina la correspondencia entre el proceso

de investigación y los supuestos teóricos en que se sustenta (Hernández, Fernández, & Baptista, 2008), es flexible y se adapta a la realidad a investigar. Por su parte el estudio de caso permite seleccionar escenarios reales y particulares, que se constituyen como fuentes de información (Stake, 1998).

Seleccionamos tres casos de estudio, tres profesores de la Universidad de Cádiz, que trabajan en tres áreas de conocimiento diferentes. El primero de los casos trabaja en la Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales (codificado como SW), el segundo en la Facultad de Económicas (SY) y el tercero en la Facultad de Ciencias de la Educación (SZ). La elección de los mismos se ha hecho en base a criterios de disponibilidad e interés de los casos para la investigación. Asimismo a través de las tres áreas de estudio seleccionadas se han tenido en cuenta las tres dimensiones clásicas del Desarrollo Sostenible.

La toma de datos se realizó a través de la observación participante en las diferentes aulas de la muestra seleccionadas. Durante la misma se registraron en vídeo las clases, además se empleó un guion de observación apoyado en notas del investigador.

Para el análisis de datos elaboramos un sistema de categorías e indicadores en contraste con los datos, que contempla las características de un proceso de enseñanza-aprendizaje desde la perspectiva de la sostenibilidad, abordando los principios esenciales de la complejidad, el cual ha sido objeto de anteriores publicaciones (García-González, Jiménez-Fontana, Navarrete, & Azcárate, 2015). Las categorías de análisis se corresponden con los distintos elementos metodológicos expuestos en el apartado anterior y los indicadores con las diferentes decisiones que toma un profesor en relación a la gestión del mismo. Este sistema establece dentro de cada categoría un gradiente de indicadores que va del estadio simple al complejo, pasando por una zona de tránsito. Existen tres tipos de gradientes en función de los indicadores que describen cada categoría. El gradiente 1, contiene cinco indicadores; el gradiente 2 posee cuatro indicadores; y el gradiente 3, tres indicadores. De manera que la zona de tránsito permite tres estadios (inicial, medio y avanzado) para el gradiente 1, dos (inicial y avanzado) para el gradiente 2 y uno (medio) para el gradiente 3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Presentamos en este apartado los resultados para los tres casos de estudio. La tabla 1 muestra las frecuencias relativas, con valores \geq al 45%, obtenidas para cada uno de los indicadores en las diferentes categorías de análisis o ejes dialógicos expuestos anteriormente¹. La numeración de cada indicador señala el estadio con respecto a la integración de sostenibilidad en que se encuentra el elemento metodológico que se

¹ La codificación de los indicadores se ha realizado a partir de las iniciales de las palabras que definen el elemento metodológico secundario, por ejemplo para el elemento metodológico Relación profesor-alumno, Vertical↔Horizontal, queda: RVH y a continuación el número correspondiente a su gradación. El gradiente de este elemento metodológico posee 5 indicadores de manera que la codificación es RVH1: estadio simple; RVH2: estadio inicial; RVH3: estadio medio; RVH4: estadio avanzado y RVH5: estadio complejo. Mismo gradiente para Realidad socio-ambiental, No Integrada↔Integrada: RNI y Recursos, Internos↔Externos: RNI. Para los elementos metodológicos Dinámicas, Cerradas↔Abiertas: DCA, Trabajo de aula, Individual↔Grupal: TIG y Evaluación, Acreditativa↔Procesual: EAP, el gradiente es de 4 indicadores. Un ejemplo sería EAP1: estadio simple; EAP2: estadio inicial EAP3: estadio medio y EAP4: estadio avanzado. Por último, el gradiente para Competencias Específicas↔Transversales posee 3 indicadores, CET1: estadio simple; CET2: estadio medio y CET3: estadio avanzado.

analiza. Siendo el estadio simple aquel en el cual no hay presencia de sostenibilidad y el complejo el estadio en el cual se encuentra más integrada.

Relación profesor-alumno, Vertical↔Horizontal					
caso	simple	inicial	medio	avanzado	complejo
SW	RVH1 fi=61.3%				
SY	RVH1 fi=54.24%	RVH2 fi=45.76%			
SZ		RVH2 fi=50%			
Competencias, Específicas↔Transversales					
caso	simple	inicial	medio	avanzado	complejo
SW	CET1 fi=100%				
SY	CET1 fi=90.6%				
SZ	CET1 fi=60.8%				
Realidad socio-ambiental, No Integrada↔Integrada					
caso	simple	inicial	medio	avanzado	complejo
SW	RNI1 fi=100%				
SY	RNI1 fi=81.8%				
SZ	RNI1 fi=52.4%	RNI2 fi=47.6%			
Recursos, Internos↔Externos					
caso	simple	inicial	medio	avanzado	complejo
SW	RIE1 fi=51.5%				
SY	RIE1 fi= 80.3%				
SZ	RIE1 fi=55.6%				
Evaluación, Acreditativa↔Procesual					
caso	simple	inicial	medio	avanzado	complejo
SW		EAP fi=100%			
SY		EAP2 fi=100%			
SZ				EAP3fi=100%	
Dinámicas, Cerradas↔Abiertas					
caso	simple	inicial	medio	avanzado	complejo
SW	DCA1 fi=93.75%				
SY	DCA1 fi= 83.7%				
SZ				DCA3 fi=50%	DCA3 fi=61.1%
Trabajo de aula, Individual↔Grupal					
caso	simple	inicial	medio	avanzado	complejo
SW		TIG2 fi=100%			
SY					
SZ				TIG3fi=95.6%	

Tabla 1. Frecuencias relativas obtenidas para los tres casos de estudio

A simple vista en la tabla 1 constatamos diferencias entre los tres sujetos. Estas apuntan a tres perfiles metodológicos diversos en el aula, así como un bajo grado de integración de la sostenibilidad en las diferentes aulas, pues observamos una alta concentración de indicadores en los estadios simple e inicial. Para el sujeto SW, todos los elementos metodológicos se agrupan en los estadios, simple e inicial, especialmente en el primero, lo cual es señal del escaso grado de integración de la sostenibilidad en su aula. Escenario similar al de SW hallamos para SY con todos los elementos metodológicos en los estadios simple e inicial. Por último, observamos el caso de SZ, los resultados muestran un perfil distinto. El grado de integración de la sostenibilidad es mayor como refleja la concentración de elementos metodológicos en los estadios avanzado y complejo. Analizamos en detalle el significado de los resultados obtenidos.

En relación al estadio *simple*, observamos que para las competencias, los tres casos presentan información exclusivamente en este estadio simple. Por tanto, no están

promoviendo la sostenibilidad pues están contemplando sólo competencias específicas que son propias de la disciplina en la que se encuentra la asignatura. Esta coincidencia se repite en el caso de los recursos, lo cual indica que son mayoritarios en los tres procesos los de carácter interno. En esta línea de semejanzas, observamos en este estadio para los tres casos la realidad socio-ambiental. Si bien para SW y SY, solo la encontramos en este estadio, lo cual significa, que la realidad socio-ambiental no forma parte del desarrollo de las clases, ni del discurso del profesor ni de los contenidos que entran en juego; no ocurre así para SZ, pues este elemento está presente en estadios siguientes. Ya no existen más elementos metodológicos para SZ en este estadio, de manera que proseguimos analizado los resultados para SW y SY. Para ambos identificamos las dinámicas de aula en este único estadio, lo que las describe como dinámicas cerradas. Dinámicas que responden a preguntas de respuesta única, cuyo fin es reafirmar los contenidos que se están impartiendo, lo cual dificulta que los intereses e inquietudes de los alumnos se hagan patentes y formen parte del proceso. De igual modo observamos resultados en este estadio para la relación profesor-alumno en los dos sujetos, lo cual advierte de la relevancia de la componente vertical de la relación y por tanto del papel de control del ritmo de la clase que ejerce el profesor y una participación de los alumnos mediatizada por SW y SY. Si bien no solo se entiende de esta forma la relación entre profesor y alumnos pues para SY, identificados resultados en siguientes estadios.

Proseguimos analizando el estadio *inicial*. La tabla 1 muestra un mismo escenario en relación a la evaluación para los sujetos SW y SY, una evaluación que según los datos emplea además del clásico examen, otros instrumentos. A pesar de ello, se trata de una evaluación de tintes acreditativos, por tanto, distante del papel que debe tener esta para promover la sostenibilidad en el aula. Para ambos sujetos este es el único estadio en el que hallamos información para la evaluación. Reconocemos para SW, el trabajo de aula, lo cual denota como los alumnos están atentos a la lección e intervienen durante el desarrollo de las clases, planteando cuestiones que solo se dirigen al profesor, siendo el trabajo eminentemente individual. El resto de elementos metodológicos cotejados en este estadio conciernen tan solo a SY y SZ, para ambos aparece la relación profesor-alumno en este estadio, hecho que denota la relevancia que va adquiriendo el alumno, que interviene y participa espontáneamente, aunque sean los profesores quienes llevan la voz cantante. Para poner el cierre a esta fase, también se verifican datos relativos a la integración de la realidad socio-ambiental para SZ, incluyéndola a través de su discurso.

Para el estadio *medio* no detectamos frecuencias relevantes, por tanto pasamos a analizar los resultados obtenidos para el estadio *avanzado*. Como exponíamos al inicio de esta discusión solo hemos obtenido resultados en este estadio para el caso de SZ. Los elementos metodológicos detectados son el trabajo de aula, el cual se convierte en una estrategia didáctica permanente en el aula; la evaluación, la cual posee propiedades reguladoras donde no sólo se tiene en cuenta la asimilación de contenidos por parte del alumno, sino que entran en juego, por ejemplo, factores como la autorregulación del aprendizaje y finalmente, las dinámicas de aula que SZ emplea para conocer los intereses de los alumnos y usar la información para reorientar o no el rumbo de la clase; Lo cual se refirma con la presencia de este elemento metodológico también en el estadio *complejo* para SZ.

El contraste de resultados en los diferentes estadios de integración de la sostenibilidad muestra dos perfiles distintos en los tres profesores analizados, uno muy semejante para SW y SY y otro para SZ. En el caso de SW, que pertenece al área de las CC experimentales, se trata de un proceso en cual las metodologías empleadas distan de las que proponemos para la inclusión de la sostenibilidad. Los elementos metodológicos

analizados se encuentran entre los estadios simple e inicial, especialmente en el primero. Por tanto, se trata de un perfil predominantemente *simple*, donde la sostenibilidad está ausente. Idéntica situación identificamos para SY, que pertenece al ámbito de las CC Económicas, con lo cual de nuevo tenemos un perfil *simple*. El caso de SZ, que trabaja en el campo de la Educación, se desmarca de los otros dos sujetos. Si bien es cierto que existen resultados en los estadios simple e inicial, también se observan en el avanzado e incluso en el complejo. Con lo que podemos establecer un perfil entre *medio* y *avanzado*.

CONCLUSIONES

Los perfiles metodológicos detectados nos indican que dos de los profesores de nuestra muestra no están familiarizados con formas de hacer que promuevan la Educación para la Sostenibilidad, mientras que uno de ellos se aproxima más a las metodologías que proponemos y por tanto es el caso en que los principios de la sostenibilidad están más integrados. En la discusión anterior, observamos que los casos de SW y SY, se alejan de procesos de enseñanza-aprendizaje favorecedores de la inclusión de la sostenibilidad pues están más cercanos a tendencias tradicionales, y por tanto el grado de inclusión de la sostenibilidad es más bajo, resultando llamativo el caso del profesor que trabaja en el ámbito de las ciencias experimentales. Mientras que para SZ es mayor pues está más próximo a tendencias más innovadoras y por tanto más propicias a la inclusión de la sostenibilidad.

Este último caso se corresponde con el profesor que desarrolla su acción docente e investigadora en la Facultad de Ciencias de la Educación. Lo cual nos lleva a pensar que la formación pedagógica de los docentes puede ser un aspecto clave en la inclusión de la sostenibilidad en nuestra universidad. Por tanto, sería necesario analizar con mayor detenimiento el perfil formativo y experiencial de los profesores de nuestra muestra para quizás encontrar respuestas a la realidad detectada y proponer medidas formativas en pro de una mayor integración de la sostenibilidad en nuestras aulas.

Consideramos que el paso de posiciones tradicionales, que corresponderían con estadios simples e iniciales, a visiones alternativas, que lo harían con el estadio complejo, donde existan espacios para la sostenibilidad, es un proceso difícil que exige una serie de transiciones (Porlán, 1987). Estas transiciones van en el camino de complejizar la concepción de sostenibilidad de los docentes, a través de la formación del profesorado universitario, tanto en temas de sostenibilidad como pedagógicos, pues consideramos que esta condiciona el modo en que la traslada tanto al diseño de sus materias como a su intervención (Calafell & Bonil, 2014).

BIBLIOGRAFÍA

- Azcárate, P., Navarrete, A., & García-González, E. (2012). Aproximación al nivel de inclusión de la sostenibilidad en los curricula universitarios. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 16, 2, 105–119.
- Barrón, A., Navarrete, A., & Ferrer-Balas, D. (2010). Sostenibilización curricular en las universidades españolas. ¿Ha llegado la hora de actuar? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7, N° Extr, 388–399.
- C.A.D.E.P.-C.R.U.E. (2012). Directrices para la introducción de la Sostenibilidad en el Currículum. Actualización de la declaración institucional aprobada en 2005. Retrieved from http://www.crue.org/Sostenibilidad/CADEP/Documents/DIRECTRICES_SOSTENIBILIDAD_CRUE_2012.pdf

- Calafell, G., & Bonil, J. (2014). Identificación y caracterización de las concepciones de medio ambiente de un grupo de profesionales de la educación ambiental. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 205–225.
- Cotton, D., Warren, M., Maiboroda, O., & Bauley, I. (2007). Sustainable development, higher education and pedagogy: a study of lecturers' beliefs and attitudes. *Environmental Education Research*, 13(5), 579–597.
- García-González, E., Jiménez-Fontana, R., Navarrete, A., & Azcárate, P. (2015). La metodología docente como estrategia para promover la sostenibilidad en las aulas universitarias. Un estudio de caso en la Universidad de Cádiz. *Foro de Educación*, 13(19), 85–124.
- Geli, A. M. (2002). Introducción. Universidad, Sostenibilidad y Ambientalización Curricular. In E. Junyent, M., Geli, A. M. & Arbat (Ed.), *Ambientalización curricular de los estudios superiores. Tomo I* (pp. 11–18). Girona: Universidad de Girona. Servicio de Publicaciones.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2008). Similitudes y diferencias entre los enfoques cuantitativo y cualitativo. In *Metodología de la investigación* (pp. 3–29). México: McGraw-Hil.
- Jiménez-Fontana, R., García-González, E., Azcárate, P., & Navarrete, A. (2015). Dimensión ética de la sostenibilidad curricular en el sistema de evaluación de las aulas universitarias. El caso de la enseñanza aprendizaje de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 536–549.
- Mora, W., & Parga, D. (2014). Aportes al conocimiento didáctico del contenido desde el pensamiento complejo. In A. Garritz, S. Daza, & M. G. Lorenzo (Eds.), *Conocimiento didáctico del contenido. Una perspectiva iberoamericana* (pp. 100–143). Saarbrücken: Editorial Académica Española.
- Osorio, S. (2012). El pensamiento complejo y la transdisciplinariedad: fenómenos emergentes de una nueva racionalidad. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, XX,n1, 269–291.
- Porlán, R. (1987). El maestro como investigador en el aula. Investigar para conocer, conocer para enseñar. *Investigación en la Escuela*, 1, 63–69.
- Segalàs, J., Mulder, K. F., & Ferrer-Balas, D. (2012). What do EESD “experts” think sustainability is? Which pedagogy is suitable to learn it? *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 13(3), 293–304. <http://doi.org/10.1108/14676371211242599>
- Stake, R. (1998). Estudio intensivo de los métodos de investigación con estudio de casos. In *Investigación con estudio de casos* (pp. 11–15). Madrid: Morata.
- Tilbury, D. (2011). *Education for Sustainable Development: An expert Review of Processes and Learning*. París: UNESCO.
- Wals, A. E. J., & Jickling, B. (2002). “Sustainability” in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 3(3), 221–232. <http://doi.org/10.1108/14676370210434688>

De modelos a modelizar: análisis de la transformación de la asignatura "didáctica de las ciencias experimentales" para la formación inicial de maestros de primaria

Garrido, A.,¹ Couso, D.²

¹Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals - Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), ²CRECIM - Universitat Autònoma de Barcelona (UAB).

agarridoespeja@gmail.com

RESUMEN

Desde el marco de prácticas científicas se reclama una enseñanza de las ciencias centrada en una actividad científica escolar como la modelización, para superar métodos tradicionales que no reflejan los procesos reales de la ciencia. Aunque incorporar la modelización en la formación inicial de maestros plantea grandes retos, es esencial para que aprendan ciencias y para que experimenten como alumnos metodologías que después deberán aplicar como docentes. En este estudio analizamos la transformación de una asignatura centrada en modelos (conceptos) a una centrada en la modelización (prácticas). Los cambios más importantes han ido dirigidos a aclarar las ideas del modelo en progresión y promover las distintas prácticas de modelización, lo cual permite diseñar secuencias adecuadas para que el alumnado construya modelos. Como resultado del proceso proponemos un ciclo de modelización y su secuencia instruccional (es decir, qué debemos hacer para promover la modelización en el aula), así como ejemplos ilustrativos.

PALABRAS CLAVE

Modelización, práctica científica, formación inicial de maestros, modelos, progresiones de aprendizaje.

MARCO TEÓRICO

La visión del aprendizaje de las ciencias como la participación en las prácticas científicas es un marco que está ganando impulso, tanto en la literatura de investigación en didáctica de las ciencias como en documentos educativos oficiales (NRC, 2007). Desde esta perspectiva, se reclama una enseñanza de las ciencias donde los estudiantes participen en una actividad científica escolar (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2003) análoga a (pero no igual que) la de la ciencia real, con el objetivo de "*superar los métodos tradicionales que ignoran los procesos y contextos sociales que conforman cómo se crea y se comunica el conocimiento*" (Grandy y Duschl, 2007, p. 144).

La importancia de estas prácticas en la formación universitaria de maestros de primaria es doble: porque en las escuelas no se está haciendo (Windschitl, Thompson y Braaten, 2008b), y ellos, como futuros maestros, las deben conocer; y porque tienen que aprender ciencia con metodologías apropiadas que, si además las experimentan como alumnos tendrán más probabilidades de aplicarlas como docentes (Davis, 2003). Sin embargo,

introducir el marco de la práctica científica en la universidad plantea grandes retos (Reiser, 2013), lo que requiere de una formación bien diseñada que tenga en cuenta tanto las prácticas científicas (como la modelización) como las ideas científicas (contenidos conceptuales) (NRC, 2007).

En línea con el trabajo de Schwartz y colegas (2009), consideramos que la modelización escolar incluye las prácticas de expresión, uso, evaluación y revisión de modelos. Además, consideramos que la modelización es para aprender unos modelos científicos clave, que no consisten en muchos conceptos y teorías, sino en unas pocas grandes ideas (Harlen, 2010) que tienen potencial de explicar muchos fenómenos, como el modelo de materia/partícula.

Este estudio forma parte de una tesis doctoral y busca analizar la transformación de una asignatura basada en modelos (enfoque en los conceptos) a una basada en la modelización (enfoque en la práctica), así como proponer un ciclo de modelización útil para guiar el diseño de secuencias didácticas.

METODOLOGÍA

Contexto

La asignatura de "Didáctica de las ciencias experimentales" se realiza el 3er curso del grado de primaria en la UAB (*Universitat Autònoma de Barcelona*). Consta de 12 sesiones durante el primer semestre del curso, y está dividida en cuatro grupos clase de unos 70-80 alumnos cada uno. Ha sido diseñada en colaboración por un grupo de investigadores de didáctica de las ciencias, con criterios claros y en base a la literatura sobre formación inicial (Mikeska, Anderson y Schwarz, 2009). Su objetivo es doble: por una parte, que el alumnado aprenda los principales modelos científicos escolares (ej. modelo materia/partícula) y por otro lado, que el alumnado adquiera el conocimiento didáctico del contenido científico en el aula de primaria.

Tal y como fue diseñada inicialmente, el modelo se proporcionaba por la profesora al inicio de la secuencia y el alumnado debía utilizarlo para explicar o predecir nuevos fenómenos, con lo que se enfatizaba sobre todo el aprendizaje de los modelos teóricos (objetivo conceptual). En las sesiones se promovía la interacción y la discusión en grupos pequeños en torno a experimentos o fenómenos paradigmáticos, normalmente en el laboratorio.

El motivo de transformar la asignatura era por un lado mejorar la asignatura introduciendo la modelización, y por otro tener un contexto adecuado para estudiar la participación del alumnado en las prácticas de modelización (estudio 2 de la tesis). El objetivo era doble: por un lado que los futuros maestros participaran en la manera de hacer, pensar y hablar ciencias (conocimiento epistémico y procedimental) (Osborne, 2014) y por otro lado que experimentaran en primera persona una forma adecuada de enseñar ciencias (conocimiento didáctico del contenido).

El proceso de cambio se inició con una revisión bibliográfica sobre modelización, modelos y progresiones de aprendizaje, así como sobre la formación inicial de maestros de primaria, a partir de la cual se iniciaron una serie de propuestas de cambios para modificar la asignatura. En colaboración con el equipo docente de la asignatura, y a lo largo de dos cursos consecutivos (2013-14 y 2014-15), los cambios consensuados para la asignatura se fueron incorporando a las sucesivas versiones de la asignatura, siempre teniendo en cuenta las limitaciones y características particulares de nuestro contexto. La

forma en que se introdujeron los cambios es la típica de un equipo docente universitario, a partir de la experiencia y conocimiento cada vez más profundo sobre práctica científica.

En la asignatura modificada el alumnado iba construyendo los modelos científicos escolares mediante la participación en las distintas prácticas de modelización (expresión, uso, evaluación y revisión del modelo), y los modelos construidos y consensuados se compartían el final de la secuencia. En las sesiones también se promovía la discusión en el aula pero en este caso se orientaba expresamente a la modelización, enfatizándose la práctica científica (objetivo epistémico y procedimental).

Lo que hacemos en este estudio es analizar y reportar este proceso utilizando el formato o la estructura típica de una investigación basada en el diseño (DBR - siglas en inglés) (DBR Collective, 2003), aclarando cuáles fueron las limitaciones más importantes y las principales alternativas de diseño que se propusieron en cada curso.

Recogida de datos

En el primer año (curso 2013-14), a fin de hacer una exploración inicial de la asignatura, se recogieron, organizaron y analizaron los materiales didácticos (presentaciones, guías docentes, materiales para el alumnado, etc.), se tomaron notas de campo de todas las sesiones y se realizaron grabaciones de vídeo y audio de algunas sesiones con el objetivo de identificar los modelos clave que se trabajaban en la asignatura, las actividades que tenían potencial para promover la modelización en el aula y las prácticas docentes que las promovían.

Durante el segundo año (curso 2014-15), con el objetivo de analizar más en profundidad la asignatura (concretamente identificar la participación de los alumnos en las prácticas de modelización, su grado de avance en la sofisticación del modelo, y su percepción de la asignatura), se recogieron todas las producciones escritas del alumnado (tareas realizadas, dossieres del seminario y exámenes), se realizaron grabaciones de vídeo y audio de todas las sesiones de la asignatura (en gran grupo y en pequeños grupos de trabajo), y se diseñó e implementó un cuestionario piloto.

Análisis de datos

El tipo de análisis que se realizó es de tipo cualitativo interpretativo. En primer lugar, se identificaron las situaciones problemáticas o limitaciones más importantes de la asignatura desde el marco de la modelización y las progresiones de aprendizaje. Esto se hizo siguiendo el criterio de validez, es decir, identificando si la asignatura promovía lo que nos habíamos propuesto: la participación de los alumnos en las prácticas de modelización para la construcción de unos modelos científicos clave. Así mismo, para cada una de las limitaciones identificadas se propusieron unos cambios o alternativas de diseño, encaminados a mejorar la asignatura en la dirección elegida. Tanto las limitaciones como los cambios propuestos los reportamos y categorizamos, incluyendo algunos ejemplos observados.

Para esta publicación mostramos a modo de ejemplo dos limitaciones (una del primer año y otra del segundo) (primera columna de la tabla 1), con los ejemplos observados (segunda columna de la tabla 1), y los cambios propuestos con el ejemplo concreto (tercera columna de la tabla 1).

Limitación	Ejemplo observado	Cambio propuesto
<p>Primer año Limitación 10. Los experimentos no están ordenados con el objetivo de ir construyendo cada vez ideas más sofisticadas del modelo, sino que cada experiencia describe un nuevo fenómeno que no conecta con lo que se ha hecho antes.</p>	<p>En el seminario "Feria de partículas" todos los experimentos se hacían simultáneamente: los alumnos iban rotando de un experimento a otro, de manera que cada grupo empezaba y terminaba en un experimento diferente. Transcripción. Introducción de la profesora en la sesión: "<i>En cada mesa hay dos prácticas diferentes. La idea es ir rotando. Cuando terminéis la vuestra, vais a aquella que esté libre. Se trata de interpretar los fenómenos desde el modelo de partes.</i>"</p>	<p>Ordenar las actividades para favorecer la evaluación del modelo, de forma que cada uno conecte con lo hecho antes y se vayan construyendo cada vez ideas más sofisticadas del modelo. Ej. Ordenar los experimentos del seminario según la progresión del modelo: 1) mezclar agua y alcohol (Idea de discontinuidad de la materia), 2) ebullición del agua (Idea de movimiento de partículas), 3) filtración de harina y agua (Idea de tamaño de partículas).</p>
<p>Segundo año Limitación 3. Algunas ideas de los modelos no se consideran clave o no están suficientemente explotadas por parte del profesorado y en consecuencia el alumnado no las domina y no puede avanzar a ideas más sofisticadas del modelo.</p>	<p>Algunas ideas del modelo flotación, como el <u>valor del empuje</u> no se consideran suficientemente clave. Aunque en el documento escrito esta idea estaban incluida, su redacción era sofisticada (idea compleja), y no se trabajaba durante la actividad. En la actividad, el alumnado tenía dificultades para utilizar estas ideas para explicar fenómenos concretos (ej., Cuando dos objetos del mismo peso y diferente volumen se hunden diferente). Transcripción de la discusión (G1): A4: "<i>En términos de densidad lo sabemos explicar, pero en términos de fuerzas no. ¿Por qué la fuerza que ejerce el agua sobre esto [pelota de porexpan] para que flote, y sobre éste no [pelota de hierro], si los dos tienen el mismo peso?</i>" Profesora: "<i>Claro, porque no es el peso, es el peso del volumen del agua que desaloja</i>"</p>	<p>Diseñar la secuencia didáctica en progresión, empezando por las ideas del modelo más sencillas (ideas que antes no se trabajaban porque se consideraban superadas) y avanzando hacia ideas cada vez más complejas, utilizando experimentos paradigmáticos que ayuden a construir cada idea del modelo. Ej. Diseñar la secuencia del modelo flotación de modo que se empiece por construir la idea de empuje, por ejemplo con el experimento de hundir un vaso vacío en agua y "notar" la fuerza que hace el agua a medida que quieres hacer "un agujero" más grande.</p>

Tabla 1. Dos de las limitaciones identificadas, ejemplos observados y cambios propuestos.

En segundo lugar se identificó el grado de presencia de las limitaciones a la asignatura, en función de las siguientes categorías:

L1. Limitación Puntual: la presencia de esta limitación en la asignatura es baja, sólo aparece de manera puntual en alguna sesión o actividad.

L2. Limitación Común: la limitación está moderadamente presente en la asignatura. Se encuentra en varias sesiones o actividades.

L3. Limitación Sistémica: la limitación se encuentra presente en casi todas las actividades y sesiones, es general para toda la asignatura.

Asimismo, se identificó el grado de profundidad de los cambios, siguiendo las categorías:

C1. Cambio Pequeño: el cambio implementado es puntual o pequeño, como por ejemplo re-formular una frase, cambiar el orden de una tarea o eliminar una parte innecesaria.

C2. Cambio Profundo: el cambio implementado es importante e implica un rediseño profundo de la sesión o actividad, como por ejemplo cambiar o re-pensar las ideas clave del modelo, re-formular el tipo de preguntas de una actividad, o cambiar completamente una actividad o sesión.

Por último, se agruparon y categorizaron los cambios propuestos en tipos de cambio (para proponer unos tipos de cambio más generales y aplicables a otros contextos) según las siguientes categorías:

D: Cambios de meta-reflexión Didáctica (contenidos Didácticos): encaminados a la reflexión en torno a la metodología empleada en la asignatura (conocimiento didáctico del contenido).

C: Cambios de Modelos (contenidos Conceptuales): encaminados al aprendizaje de modelos.

P: Cambios de Modelización (contenidos Prácticos): encaminados a la participación del alumnado en las prácticas de modelización.

El proceso de transformación de la asignatura durante tres años se fue realizando paralelamente y simultáneamente a la construcción de un *ciclo de modelización*. El ciclo de modelización presenta paralelismos con el ciclo de aprendizaje conocido en nuestro ámbito y con las secuencias instruccionales de modelización incluidas en la literatura (Baek, Schwarz, Chen, Hokayem y Zhan, 2011; Hernández, Couso y Pintó, 2015; Schwarz et al., 2009; Windschitl, Thompson y Braaten, 2008a), pero tiene la particularidad de incluir no sólo el *objetivo didáctico* (la práctica de modelización que queremos promover en el alumnado en cada fase) sino también las fases de la *secuencia instruccional* (lo que hay que realizar en el aula para promover la participación de los alumnos en prácticas de modelización). Esta secuencia instruccional es especialmente útil para diseñar secuencias didácticas centradas en la modelización. A partir del análisis de la asignatura, se han fijado asimismo unos productos del estudio: 1) Unas *ideas clave de los modelos*, y 2) Unas *secuencias didácticas* para trabajarlas.

RESULTADOS

Limitaciones más importantes identificadas en la asignatura

En el primer año (curso 2013-14), se identificaron 12 limitaciones importantes en la asignatura, de las cuales 2 eran de meta-reflexión didáctica, 1 de modelos y 9 de modelización. En el segundo año (curso 2014-15), donde ya se habían incorporado las alternativas de diseño propuestas del curso anterior, se identificaron 9 limitaciones, de las cuales 2 eran de meta-reflexión didáctica, 2 de modelos y 5 de modelización. Por falta de espacio, no se muestran las limitaciones en este documento (se presentarán en el congreso). En los dos años la mayoría de limitaciones tenían una presencia sistémica (6 de 12 en el primer año y 6 de 9 el segundo), y solo algunas eran comunes (4 el primer año y 2 el segundo año) y unas pocas puntuales (2 el primer año y 1 el segundo año).

Cambios propuestos y tipos de cambios para promover la modelización

Para cada limitación identificada se identificó también un cambio o alternativa de diseño para la asignatura. De nuevo no se muestran los cambios propuestos por falta de espacio (se mostrarán en la presentación oral). En relación a la profundidad de estos cambios, en ambos años la mayoría de los cambios eran de tipo profundos (8 de 12 en el primer año y 6 de 9 en el segundo año), mientras que había pocos cambios de tipo pequeño (4 de 12 en el primer año y 3 de 9 en el segundo año).

En relación a los tipos de cambios, en la tabla 2 se muestran las tipologías y sub-tipologías de cambios para diseñar una asignatura centrada en la modelización con el objetivo de construir unos modelos científicos escolares y promover el conocimiento didáctico del contenido.

Tipologías de cambios	Sub-tipologías
D. Cambios para favorecer la meta-reflexión Didáctica	D1. Hacer explícitos los objetivos de la asignatura (práctica de modelización para construir modelos) al inicio de ésta: presentar la idea de modelo como una manera de entender y agrupar los contenidos científicos y explicitar las implicaciones de trabajar a través de la modelización.
	D2. Promover la reflexión explícita a lo largo de la asignatura entorno a los modelos como contenidos de ciencias: qué son, por qué nos centramos en modelos, qué tipos hay, etc.
	D3. Promover la reflexión explícita entorno a la modelización como contenido didáctico , especialmente después de haber participado en la práctica de modelización.
C. Cambios para lograr dominio de los modelos (contenidos Conceptuales)	C1. Definir la versión del modelo científico escolar a la que se quiere llegar (modelo de arriba) y determinar las ideas clave del modelo (ordenar ideas progresivamente en complejidad).
	C2. Centrar las actividades (experimentos, debates, etc.) y demandas (preguntas, tareas, etc.) en las ideas clave del modelo , y no en ideas anecdóticas, contextuales o demasiado sofisticadas.
	C3. Diseñar la secuencia didáctica (actividades, tareas, etc.) de acuerdo con la progresión de las ideas del modelo , empezando por las más simples (no considerarlas superadas).
P. Cambios para promover la modelización (contenidos Prácticos)	P1. Elegir un experimento o fenómeno paradigmático para promover la construcción de cada idea del modelo.
	P2. Diseñar la secuencia didáctica siguiendo las fases del ciclo de modelización (siguiendo el orden, aunque no necesariamente haciendo todas las fases para cada idea del modelo): 1. Proponer fenómeno y pregunta guía que requiera de explicación (para necesitar de un modelo), 2. Pedir la expresión o uso del modelo inicial (para expresar / utilizar el modelo inicial), 3. Poner a prueba el modelo de forma empírica (para evaluar el modelo), 4. Generar o aportar nuevos puntos de vista o información teórica (para revisar el modelo), 5. Facilitar la estructuración de ideas individuales en un modelo final (para consensuar el modelo) 6. Promover la transferencia del modelo a nuevas situaciones (para aplicar el modelo).
	P3. Dejar claras las ideas del modelo después de facilitar la estructuración del modelo final (M5).
	P4. Pedir la expresión explícita del modelo en detalle en diferentes fases de la secuencia.

Tabla 2. Tipologías y sub-tipologías de cambios

Ciclo de modelización y secuencia instruccional

En la Figura 1 se muestra el ciclo de modelización propuesto, que incluye la secuencia instruccional (lo que debe hacer el profesor) y el objetivo didáctico (lo que queremos promover en los alumnos).

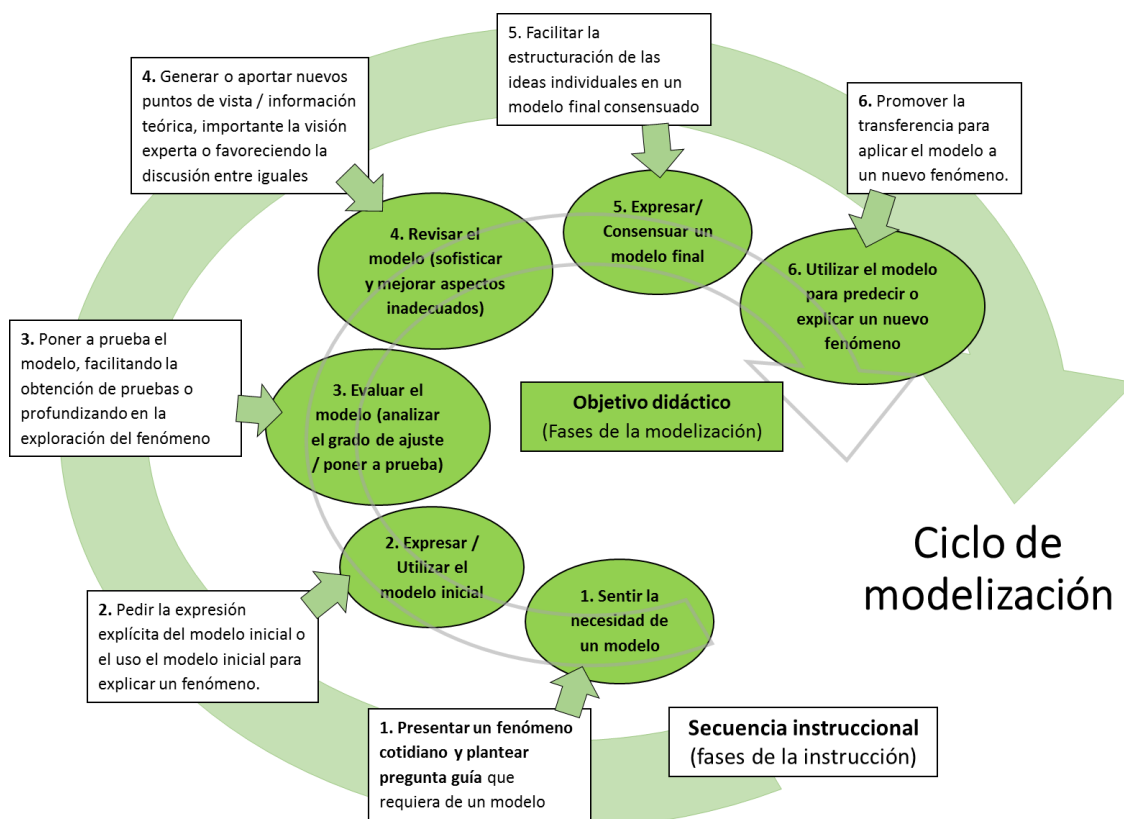


Figura 1: Ciclo de modelización propuesto. Incluye el objetivo didáctico y la secuencia instruccional.

PRODUCTOS DEL ESTUDIO

1. Ideas clave del modelo flotación

Como producto del proceso de modificación de la asignatura hemos obtenido unas ideas clave que constituyen los modelos trabajados en la asignatura, pero en esta propuesta presentamos únicamente las ideas del modelo de flotación. Este modelo lo entendemos como una situación o ejemplo concreto donde aplicar el modelo de interacciones mecánicas (o fuerzas) y por lo tanto una explicación que se hace en términos de fuerzas, no sólo en términos de densidad como en la mayoría de propuestas didácticas (Couso, 2015). Las ideas del modelo de flotación que proponemos son:

Idea 1. Dos fuerzas. Hay dos fuerzas que afectan a un cuerpo cuando lo intentamos sumergir en un fluido: el peso (que depende de la masa del objeto y empuja el objeto contra el líquido) y el empuje (que es la reacción del fluido cuando el objeto lo empuja o "hace un agujero", y es mayor cuanto mayor sea el volumen sumergido).

Idea 2. El valor del empuje. El valor del empuje sobre un objeto total o parcialmente sumergido equivale al peso en agua del volumen sumergido (o el peso del agua que desplaza). Como máximo, un fluido puede empujar un objeto con una fuerza equivalente al peso del volumen de todo el objeto hecho de agua (el agua sólo puede aguantar agua).

Idea 3. Equilibrio estático y dinámico. En una situación estática (cuando un cuerpo está quieto porque flota o está hundido), estas dos fuerzas están en equilibrio (las dos son de igual magnitud pero de dirección opuesta). En una situación dinámica, no hay equilibrio de fuerzas: si el peso es mayor que el empuje máximo posible, el cuerpo se va hundiendo, mientras que si el peso es menor que el empuje máximo posible, el cuerpo comienza a flotar hasta que las fuerzas se igualan.

Idea 4. Densidad relativa. Si el objeto tiene más densidad que el fluido, se hunde (el objeto se hundirá más rápido cuanto mayor sea la densidad del objeto respecto la del fluido), mientras que si el objeto tiene menos densidad que el fluido, flota (habrá más volumen del objeto fuera del agua cuanto mayor sea la densidad del fluido respecto la del objeto).

2. Secuencia didáctica para construir el modelo de flotación

A raíz del proceso de modificación de la asignatura también obtuvimos unas secuencias didácticas para los distintos modelos. Por falta de espacio, mostramos como ejemplo el inicio de la secuencia del modelo de flotación, donde se especifican las actividades realizadas, la fase de la secuencia instruccional, el objetivo didáctico y la idea del modelo que trabaja cada actividad (Figura 2).




Actividad realizada – Modelo Flotación	Fase de la secuencia	Objetivo didáctico	Idea del modelo
<p>Introducción: En gran grupo se plantea una pregunta guía general sobre flotabilidad "¿Por qué flotan o no flotan las cosas? ¿De qué depende?" mientras se presentan imágenes de objetos cotidianos flotando y hundiéndose. El alumnado responde oralmente de manera informal y no se da ningún tipo de <i>feedback</i>.</p>  <p>Introducció Per què suren les coses? De què depèn? I per què NO suren?</p>	1. Presentar un fenómeno cotidiano y plantear pregunta guía que requiera de un modelo	1. Sentir la necesidad de un modelo	Ideas 1, 2, 3 y 4.
<p>Antes de la Act. 1: En gran grupo, se pide el uso del modelo inicial para explicar un fenómeno concreto de flotabilidad. "¿Alguna vez has intentado hundir un balón dentro del agua? ¿Qué pasa? ¿Por qué crees que pasa?" (Para empezar a pensar que nos hace el agua cuando intentamos hacer un agujero en ella). El alumnado responde oralmente y no se da ninguna <i>feedback</i>, animando a los alumnos a realizar la actividad.</p> 	2. Pedir la expresión explícita del modelo inicial o el uso el modelo inicial para explicar un fenómeno.	2. Expresar / Utilizar el modelo inicial	Idea 1
<p>Act. 1. ¿Cuánto cuesta hacer un agujero en el agua? En grupo pequeño, se propone hacer el experimento de hundir cada vez más un vaso de plástico (para hacer un "agujero" en el agua) y explicar los resultados: "en qué situación estás haciendo más fuerza?", "Como lo explicarías en términos de las fuerzas implicadas?" el alumnado discute en grupo y responde en el dossier.</p> 	3. Poner a prueba el modelo, facilitando la obtención de pruebas o profundizando en la exploración del fenómeno	3. Evaluar el modelo (analizar el grado de ajuste / poner a prueba)	

Figura 2: Primera parte de la secuencia didáctica del modelo de flotación (actividades, fases de la secuencia, objetivos didácticos e ideas del modelo que se trabajan).

CONCLUSIONES

Aunque hubo la misma proporción de profundidad en los cambios del primer y segundo año, el segundo año las actividades propuestas iban encaminadas a promover de manera específica cada una de las fases de la secuencia instruccional por lo que la asignatura ha ido año tras año promoviendo mejor la dimensión epistémica (práctica científica de modelización). Esto es así porque a lo largo del proceso hemos ido apropiándonos y sofisticando el ciclo de modelización, y nos hemos dado cuenta de que para diseñar una secuencia didáctica centrada en la modelización es necesario tener claro no sólo qué práctica de modelización queremos promover en el alumnado (objetivo didáctico) sino también cómo promoverla de manera concreta en el aula (secuencia instruccional).

Otro de los cambios más importantes de la asignatura ha sido la aclaración de los modelos. Aunque la asignatura inicialmente estaba centrada en modelos, el carácter representacional de éstos (que hay muchas maneras de representar la misma idea), hace que inicialmente no tuviéramos una versión privilegiada del modelo, especialmente en progresión. Tener bien definida la secuencia concreta del modelo (ideas clave en progresión), ayuda mucho a saber qué camino quieres que hagan los alumnos y a construir actividades que les ayuden a avanzar.

Como limitación a tener en cuenta, cabe resaltar que la importancia dada a estas dos dimensiones (modelización y modelos) no nos ha permitido explotar tanto la parte didáctica de la asignatura, para la que queremos incorporar cambios más profundos, evidentes y sistemáticos en la siguiente iteración.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación está parcialmente financiada por el proyecto EDU2015-66643-C2-1-P.

REFERENCIAS

- Baek, H., Schwarz, C., Chen, J., Hokayem, H. y Zhan, L. (2011). Engaging Elementary Students in Scientific Modeling: The MoDeLS 5th Grade Approach and Findings. En M. Khine & I. Saleh (Eds.), *Dynamic Modeling: Cognitive Tool for Scientific Enquiry*.
- Couso, D. (2015). La clau de tot plegat: la importància de «què» ensenyar a l'aula de ciències. *Ciències*, 29, 29-36.
- Davis, K. S. (2003). «Change is hard»: What science teachers are telling us about reform and teacher learning of innovative practices. *Science Education*, 87(1), 3-30.
- DBR Collective. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8.
- Grandy, R. y Duschl, R. a. (2007). Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Analysis of a Conference. *Science & Education*, 16(2), 141-166.
- Harlen, W. (2010). *Principles and big ideas of science education*. Gosport, Hants, UK.
- Hernández, M. I., Couso, D. y Pintó, R. (2015). Analyzing Students' Learning Progressions Throughout a Teaching Sequence on Acoustic Properties of Materials with a Model-Based Inquiry Approach. *Journal of Science Education and Technology*, 24(2-3), 356-377.
- Izquierdo-Aymerich, M. y Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological Foundations of School Science. *Science & Education*, 12, 27-43.
- Mikeska, J. N., Anderson, C. W. y Schwarz, C. V. (2009). Principled reasoning about problems of practice. *Science Education*, 93(4), 678-686.
- NRC. (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Board on Science Education, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, D.C.: The National Academies Press.

- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196.
- Reiser, B. J. (2013). What Professional Development Strategies Are Needed for Successful Implementation of the Next Generation Science Standards? *Invitational Research Symposium on Science Assessment*.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., ... Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Windschitl, M., Thompson, J. y Braaten, M. (2008a). Beyond the Scientific Method: Model-Based Inquiry as a New Paradigm of Preference for School Science Investigations. *Science Education*, 92(5), 941-967.
- Windschitl, M., Thompson, J. y Braaten, M. (2008b). How Novice Science Teachers Appropriate Epistemic Discourses Around Model-Based Inquiry for Use in Classrooms. *Cognition and Instruction*, 26(3), 310-378.

Obstáculos y oportunidades al aprender a indagar y modelar con el diagrama Uve de Gowin en formación inicial de profesores de ciencias

Herrera, E., Izquierdo, M.

*Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales.
Universitat Autònoma de Barcelona.*

eherrera@ubiobio.cl

RESUMEN

Este estudio preliminar describe el proceso a través del cual futuros profesores de la carrera de Pedagogía en Ciencias Naturales de UBB-Chile, en su cuarto año aprenden una innovación en indagación y modelización con el diagrama Uve de Gowin adaptado a ciencia escolar. Se realizó el estudio de cinco casos para analizar la construcción y organización de las relaciones en el pensar, hacer y comunicar al resolver un problema utilizando el diagrama V. Se reflexionó sobre sus obstáculos y se valoró el significado práctico que asignaron a la innovación. Los resultados preliminares dan cuenta de las dificultades para organizar conocimientos teóricos y prácticos al resolver los problemas con el diagrama V. La reflexión sobre la acción señala la complejidad que generan los cambios en la enseñanza y el papel clave de estos futuros profesores de ciencias al plantear nuevas propuestas didácticas a sus estudiantes en el aula.

Palabras clave

Formación del profesorado, indagación, modelización, diagrama Uve Gowin.

INTRODUCCIÓN

El estudio preliminar que se presenta forma parte de una investigación mayor en formación inicial de profesores de ciencias cuando realizan su primera incursión en las aulas y proponen en su clase enseñar mediante indagación y modelización con el diagrama V. En esta experiencia formativa se enfrentan al reto de armonizar sus concepciones previas, el conocimiento teórico, práctico, valórico, y responder a las exigencias de los contextos reales de enseñanza en las escuelas.

Mellado (2003) señala que cuando los profesores en formación comienzan su etapa universitaria, tanto de primaria y secundaria ya tienen organizada su estructura de “creencias” sobre la enseñanza de las ciencias, la que se basa en el modelo tradicional, el cual se manifiesta en que “enseñan de la misma forma en que fueron enseñados”.

Por lo anterior, la formación inicial se constituye en un factor clave para “el cambio” en la enseñanza de las ciencias, con miras la consecución de una adecuada alfabetización científica básica de los alumnos en el aula. En esta propuesta formativa hemos resaltado la idea del profesor como investigador desde la práctica reflexiva ya que con esta propuesta de cambio formativo generamos un análisis reflexivo entre el profesor inicial (PI) con el profesor responsable del programa de formación (PU) y el proceso reflexivo

se continúa en su seguimiento a las escuelas de práctica con los profesores guías de aula (PG).

En esta fase del estudio, se analizan los obstáculos y oportunidades al aprender a indagar y modelar con el diagrama V por los profesores iniciales en forma grupal sobre problemas o fenómenos propuestos. Los primeros resultados obtenidos dan cuenta de las dificultades en la organización de los conocimientos teóricos (*saber*) y prácticos (*hacer*) para solucionar los problemas con el diagrama V. En sus reflexiones expresan los dilemas que generó en el profesor inicial, el aprendizaje de esta innovación para abordar una clase distinta a la tradicional una vez finalizada su formación.

REFERENTES TEÓRICOS

Existe una abundante investigación sobre lo que podría ser eficaz en la formación inicial de docentes, como se reconoce en NRC (2011), algunas de las líneas de investigación se refieren al estudio de las creencias, concepciones o dificultades que presentan los futuros docentes (Fernández et al., 2002) o en las características esenciales (Gil, 1991), cuestionamientos (Mellado, 1996), conocimientos (Mondelo et al., 1998), competencias (Couso, 2013) que deberían desarrollarse en una adecuada formación inicial de docentes en ciencias (Schibeci y Hickey, 2000; Loughran, 2007). Sin embargo se sabe poco acerca de lo que realmente se ofrece sobre el diseño, contenido concreto y cómo trabajarlo de las asignaturas de formación inicial de maestros en DCE (Oliva, 2005).

Nos situamos, de acuerdo a lo anterior en el diseño de una propuesta didáctica formativa inicial y su seguimiento posterior en las escuelas de práctica, en el marco de una enseñanza en ciencia escolar en la cual se indaga y se modeliza (Izquierdo, 1999 y Caamaño, 2011).

La propuesta de indagar y modelar con el diagrama V.

El planteamiento que proponemos como innovación en una clase de ciencias, es la de realizar indagación centrada en modelizar, utilizando el diagrama V como instrumento de andamiaje que sostiene la ciencia escolar. Esta propuesta se caracteriza por integrar la modelización al inicio de la clase, seleccionando un fenómeno o hecho que resulte interesante sobre una idea clave (Izquierdo et al, 1999 y Caamaño, 2011), de modo que los estudiantes tengan libertad de explorar y explicitar las ideas previas acerca del fenómeno observado, para llegar a la pregunta de indagación, la más apropiada para proponer una estrategia de resolución (Izquierdo, 1995).

Autores como Windschitl y otros, (2008) consideran que la indagación centrada en modelizar requiere: establecer los parámetros generales (entre otros, la elección del profesor del tema a estudiar y su esfuerzo por compartirlo de forma relevante con los estudiantes); organizar lo que sabemos y queremos saber; generar hipótesis (incluyendo hipótesis que compiten entre ellas); buscar pruebas (incluyendo pruebas secundarias, experimentos, modelos mentales) y construir unos argumentos (incluyendo contrargumentos). En este proceso se da un lugar importante al maestro como orientador del proceso, a diferencia de metodologías como la enseñanza por descubrimiento, en la que se espera que los estudiantes aprendan por sí solos.

Por lo anterior repensar el uso del diagrama V, como instrumento de andamiaje en el proceso de indagación centrada en modelizar se convierte así en un potente recurso que ayuda a reflexionar al alumno mientras la está construyendo, le permite transformar sus datos, buscar nuevos significados, dialogar y discutir con otros y con su profesor para dar respuestas a los problemas. Nos interesa particularmente conocer cómo el alumno

produce un texto oral o escrito cuando relaciona el lado del pensar y del hacer en el heurístico, para construir la conclusión desde su argumentación científica discutiendo sus razones y justificaciones (Izquierdo y Sanmartí, 1998; Jiménez, 1998).

El diagrama uve como el andamiaje (scaffolding) en ciencia escolar

Los paradigmas didácticos actuales, insisten en la necesidad de que los estudiantes participen activamente en la construcción de sus conocimientos, lo que nos permiten valorar desde nuevas perspectivas la utilidad de la Uve de Gowin (1981), en la enseñanza. El diagrama V, como instrumento didáctico fue adaptado previamente al modo de preguntas por el profesor formador (2012) y fue utilizado con éxito para promover la actividad de indagación de alumnos de Primaria y Secundaria. El diagrama V adaptado (2014) a ciencia escolar que muestra la figura 1, ha sido validado por profesores expertos de ciencias naturales.

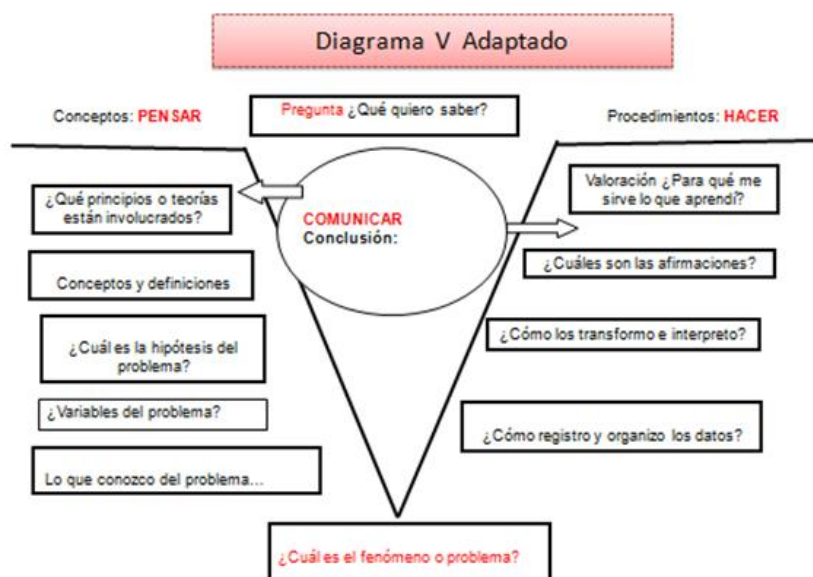


Figura 1. Adaptación del diagrama V en ciencia escolar para primaria y secundaria (Autores, 2014)

Creemos que esta Uve modificada sirve de andamiaje (scaffolding), para sostener a la ciencia escolar y ayudará a los estudiantes a razonar sobre los hechos a conciencia, de acuerdo con una finalidad (la pregunta investigable), procurando que el razonamiento sirva para vincular significativamente unos hechos con otros, unas ideas con otras y hechos e ideas, entre sí. (Izquierdo, 1995)

METODOLOGÍA

La metodología que se utilizó en esta investigación corresponde a un estudio de caso múltiple (Stake, 1998). La fase que se presenta es un estudio descriptivo, cuyo objetivo es caracterizar los obstáculos y oportunidades de aprendizaje a través de indagar y modelizar con el diagrama V en cinco profesores iniciales, que cursan su cuarto año de la carrera de Pedagogía en Ciencias Naturales, UBB-Chile, cuando en la asignatura del Taller de Didáctica y Evaluación analizan fenómenos o problemas con esta propuesta. La selección de esta muestra se hizo a conveniencia, debido a que solo los profesores guías de estos cinco PI, consintieron en participar del seguimiento con la innovación durante su práctica pedagógica.

Los instrumentos utilizados en la recopilación de datos corresponden al diagrama V, la rúbrica de evaluación, el diario de clase. Para su validación se realizaron (4) sesiones de evaluación con profesores expertos de ciencias naturales, dos de primaria y uno de secundaria. Luego del proceso aprendizaje de la metodología, estos mismos evaluadores expertos participaron en la revisión de los diagramas V completados por los PI.

Análisis de datos

Los problemas propuestos a los PI en la asignatura, fueron seleccionados por el valor formativo que estos involucraban en el desarrollo de sus habilidades de investigación científica y su aplicabilidad posterior en el aula. Estas actividades a resolver por PI de ciencias, implicaban el manejo de saberes conceptuales que se asumían como conocidos, luego de cuatro años de su formación universitaria.

El fenómeno 1: ¿Quién mueve a quien: Jabón, pimienta, agua? corresponde a una actividad de indagación abierta, luego que PI observaron una demostración al introducir una barra de jabón en el agua, cuya superficie estaba cubierta de pimienta en polvo. Esta actividad se concentró en *el pensar*, con la finalidad de explorar e interpretar sus modelos conceptuales a través de dibujos o esquemas representativos. El problema 2: ¿Cómo Puedes ayudar a Teresa? sirvió para que los PI asumieran un papel de investigador, para construir su propio diseño experimental con énfasis ahora en *el hacer*. (Pregunta S032562 TIMMS, 2011). En el problema 3 el acercamiento se hizo a través de un relato sobre fumar tabaco, extraído de la pregunta liberada 24.3 PISA Assessments (PISA, 2009): los parches de nicotina, con el objetivo de comprender su integración en el pensar y hacer para *comunicar una conclusión con argumentos científicos*.

El resultado alcanzado por los futuros profesores, al resolver los problemas utilizando el diagrama V se evaluaron en sus elementos didácticos en el lado del pensar, hacer y comunicar de acuerdo con la rúbrica diseñada en nivel de logro (1 por mejorar, 2 bueno o 3 excelente).

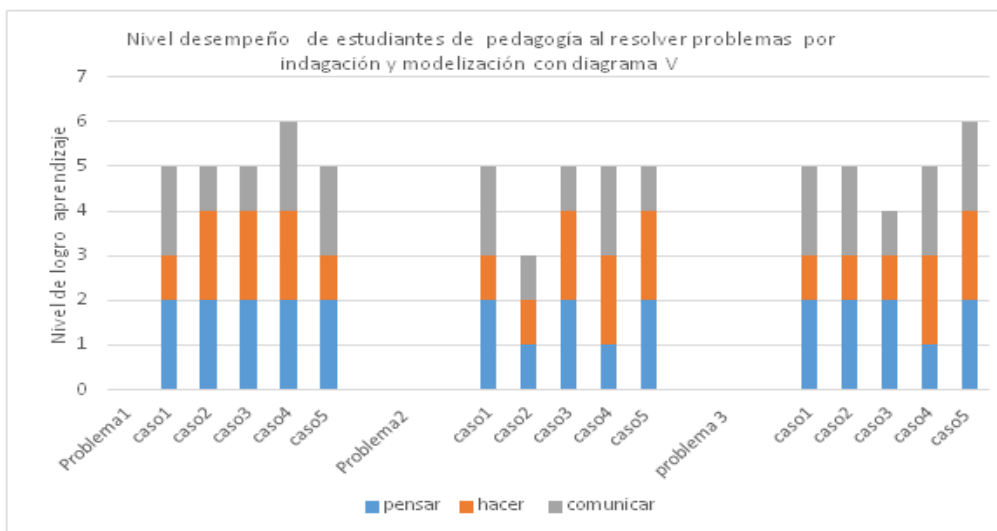
Los datos de las reflexiones del diario de clase fueron transcritos y se analizaron usando el programa Atlasti.v.5.2, aplicando los principios de grounded theory, en las siguientes categorías: obstáculos de aprendizaje, causas, utilidad en su desempeño profesional. Los resultados obtenidos por los distintos instrumentos fueron triangulados (Denzin, 1970) para su análisis de acuerdo con los objetivos del estudio.

RESULTADOS

Presentamos los resultados obtenidos por los casos de estudio, de acuerdo con el nivel de desempeño alcanzado en cada problema en el lado pensar, hacer y comunicar del diagrama V y luego se muestran las reflexiones referidas a sus obstáculos de aprendizaje y oportunidades con el uso de la estrategia en su desempeño profesional.

1. Respecto al desempeño alcanzado problemas/fenómeno con la propuesta por PI

Gráfico 1: Nivel de desempeño alcanzado por Profesores Iniciales en el pensar, hacer y comunicar del diagrama V al resolver problemas.

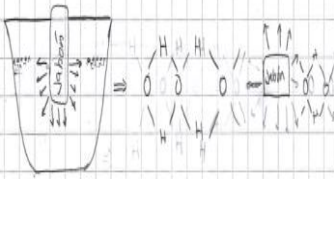


Los resultados indican que el mayor nivel de logro se obtuvo en el *hacer* (lado derecho) del diagrama V, estos son variables en el *pensar* (lado izquierdo) y *comunicar argumentos* (centro diagrama). El nivel de desempeño alcanzado en estas actividades por los PI, fluctúa entre *por mejorar* (1), al *nivel bueno* (2). Al comparar el desempeño entre PI, el caso 4 y 5 evidenciaron una mejora sostenible en el tiempo, en el caso 2 y 3 es variable y en el caso 1 su nivel de desempeño se mantiene constante.

2. Respecto a la comprensión del problema/ fenómeno con la propuesta por PI

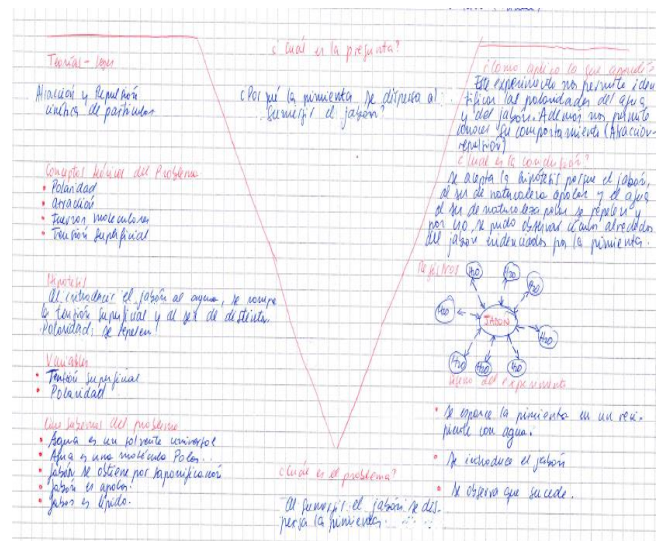
Para describir en esta comunicación, la forma cómo se analizó el problema, hemos seleccionado el fenómeno 1, debido a que en esta actividad los PI presentaron el nivel más regular de desempeño. En la tabla 1 y 2 se presenta a modo de ejemplo el resultado en la comprensión y obstáculos del fenómeno, para el caso 3 presenta un *nivel bueno* y el caso 5 presenta un *nivel por mejorar*.

Tabla 1: Comprensión de actividad de aprendizaje profesor inicial con el diagrama V para un desempeño bueno.

Caso 3 : Nivel de logro bueno			
EL PENSAR		EL HACER	El Comunicar
Pregunta formulada	Hipótesis planteada	Diseño del modelo explicativo	Conclusión con argumentos
¿Por qué la pimienta escapa hacia los extremos al introducir el jabón?	La pimienta escapa hacia los extremos, porque el jabón rompe la tensión superficial del agua.		El jabón al ser de una grasa (apolar), pero es un compuesto que posee también un extremo polar a diferencia del agua que es solo polar, al introducirlo a ésta rompe la tensión superficial de sus moléculas, por lo que la fuerza de cohesión será mayor en los extremos donde aún no ha llegado el jabón y por ello que la pimienta también se irá hacia ellos.

El caso 3 construye la pregunta de investigación y su hipótesis atribuyendo al jabón, la causa del fenómeno observado y lo representa en su modelo con su explicación en un lenguaje químico microscópico y abstracto (Galagovsky et al, 2014). En su conclusión relaciona los conceptos científicos para argumentar las causas, sin embargo, falta claridad en su redacción.

Tabla 2: Comprensión de actividad de aprendizaje profesor inicial con el diagrama V para un desempeño por mejorar.

Caso 5: nivel de logro por mejorar			
EL PENSAR		EL HACER	El Comunicar
Pregunta formulada	Hipótesis planteada	Diseño del modelo explicativo	Conclusión con argumentos
¿Por qué la pimienta se dispersa al sumergir el jabón en el agua?	Al introducir el jabón en el agua, se rompe la tensión superficial y al tener distinta polaridad se repelen		Se acepta la hipótesis porque el jabón al ser de naturaleza apolar y el agua polar se repelen y eso permite observar como evidencia que la pimienta se alejaba

El caso 5 construye la pregunta de investigación y su hipótesis atribuyendo al jabón, la causa del fenómeno observado, sin embargo, hay dificultades en la formulación de hipótesis, en la relación de los conceptos para explicar el fenómeno y la representación de su modelo explicativo es concreta a nivel macroscópico (Galagovsky et al, 2014). La conclusión evidencia errores conceptuales al relacionar la naturaleza apolar del jabón con su disolución en agua.

3. Respecto a los obstáculos de aprendizaje con la propuesta didáctica por PI

Los obstáculos comunes a todos los casos analizados al indagar y modelar un problema con el diagrama V se detectan en el *lado del pensar*, es decir, cuando los PI deben relacionar las ideas previas, los conceptos, modelos teóricos y utilizar sus habilidades de pensamiento científico (identificar variables, formular hipótesis, modelos teóricos), porque como ellos mismos señalan en sus reflexiones están acostumbrados a memorizar los conceptos y los laboratorios se reducen a seguir los pasos de una “receta”.

4. Respecto a las oportunidades en su desempeño profesional al aprender a indagar y modelar con diagrama V por los PI.

Las reflexiones de los PI sobre la utilidad de esta estrategia didáctica fueron categorizadas en una red conceptual, de acuerdo con cada lado del diagrama V. Los profesores iniciales en el lado del diagrama V del *pensar*, valoran positivamente el facilitar la exploración de las ideas previas, aprender cómo resolver un problema y despertar la curiosidad científica. El lado del diagrama V del *Hacer* les permite organizar conceptos, guiar el diseño de sus indagaciones, para desarrollar las habilidades de investigación científica (HIC) de sus alumnos.

Durante el desarrollo de actividades con la metodología propuesta, detectaron sus limitaciones al establecer relaciones conceptuales, explicar ideas en modelos y redactar explicaciones con argumentos científicos. Además, comunicaron sus cuestionamientos a la formación recibida, por la falta de prácticas tempranas en el aula y con clases tradicionales centradas en los conceptos

Discusión

El proceso de aprendizaje experimentado por los profesores iniciales de ciencias, utilizando el diagrama V como andamiaje, para indagar sobre un fenómeno y contrastar sus modelos explicativos fue considerado complejo y se evidenció en los escasos niveles de logro alcanzado. Esto porque las actividades indagatorias requieren que los profesores posean una profunda y muy estructurada base de conocimientos de los contenidos a enseñar (Gess-Newsome 1999).

En las actividades de aprendizaje de esta propuesta se reconoce explícitamente, que los estudiantes poseen ideas previas acerca de los conceptos que afectan a las preguntas que hacen, y cómo se interpretan para recoger los datos empíricos (Driver et al. 1994), por lo mismo, se revelaron niveles distintos de comprensión en sus explicaciones de los fenómenos o problemas, al relacionar unos hechos con otros, unas ideas con otras, y hechos e ideas, entre sí. (Izquierdo, 1995).

Por lo anterior, la formación de los futuros profesores requiere incorporar oportunidades de aprendizaje auténticas, que permitan reflexionar y cuestionar sus creencias o modelos de enseñanza, identificando sus obstáculos. Los PI reconocieron dificultades para formular hipótesis y hacer las preguntas de investigación y se cuestionaron, como el caso 5, en su futuro desempeño profesional “¿cómo voy a hacer una profesora de ciencias,

que busca desarrollar la curiosidad de los niños, la experimentación en los niños, si me faltan habilidades científicas?”. Así mismo, el caso 3 agrega respecto a su experiencia, como un proceso complejo y lo atribuye “no estoy acostumbrada a pensar de esa forma, en un principio fue muy difícil para mí el identificar variables, hacer hipótesis, pero con práctica esta falencia se va mejorando”. Por su parte, el caso 2 señala la utilidad como estrategia didáctica de aula “tienes muchas ideas y el diagrama te ayuda organizar esos conceptos, los importantes que hay enseñar en la clase y me sirve para crear problemas en el aula y ayudar a que los niños amen la ciencia”

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de nuestro estudio, indican que al incorporar esta estrategia formativa, los futuros profesores (PI) demuestran un mejor desempeño en la relación procedimental del *Hacer*, más que en *el pensar* y *comunicar*. Los casos del estudio reconocieron la complejidad del aprendizaje en indagación y modelización con el diagrama V, sin embargo, pudieron visualizar no solo el producto (conocimiento), sino, y lo más importante como *hacer* el proceso, (procedimiento); asumiendo un rol activo y responsabilizándose de cómo lo estaban realizando, al reflexionar críticamente sobre su desempeño. Así también asignaron un “valor” al *significado de su aprendizaje* para utilizarlo posteriormente con sus estudiantes en el aula.

La innovación propuesta la consideramos el punto de partida en el “cambio” a la formación inicial de profesores de ciencias, el cambiar sus “creencias” sobre cómo enseñar ciencias, es algo que en este estudio no nos es posible afirmar, solo se han generado con sus reflexiones cuestionamientos y dilemas al modelo tradicional en su historial formativo, que los anima a “repensar” cómo enseñar la ciencia escolar, llevando ellos ahora esta innovación con sus alumnos durante su práctica, acompañamiento al que asistiremos en la fase siguiente de la investigación que se encuentra en curso.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece el apoyo del Programa de Doctorado en Extranjero Becas-Chile, CONICYT, para la realización de este estudio.

Investigación realizada en el marco del grupo *LIEC* financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (referencia EDU2015-66643-C2-1-P y BES-2013-063436). El *Grup LIEC* forma parte del grupo *LICEC* (referencia 2014SGR1492).

BIBLIOGRAFÍA

- Caamaño, A. (2011). Enseñar Química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 17(69), 21-34.
- Couso, D. (2013). La elaboración de unidades didácticas competenciales. *Alambique*, 74, pp. 12-24.
- Denzin, N. K. (1970). *Sociological methods: A sourcebook* (Vol. 6). Chicago: Aldine.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Scott, P., & Mortimer, E. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational researcher*, 23(7), 5-12.
- Galagovsky, L. R., Bekerman, D. G., Di Giacomo, M. A., & Alí, S. (2014). Algunas reflexiones sobre la distancia entre “hablar química” y “comprender química”. *Ciencia & Educação*, 20(4), 785-799.

- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation. In *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 3-17). Springer Netherlands.
- Gil, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de Ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (2), pp. 188-199.
- Gowin, D.B. (1981). *Educating*. Ithaca, Nueva York: Cornell University Press. Trad. cast., 1985. *Hacia una teoría de la educación*. Argentina: Ediciones Aragón
- Fernández González, J., Medina, M., & Elortegui, N. (2002). La formación del profesorado de Ciencias de la Naturaleza en Secundaria, a partir de sus ideas previas. *Investigación en la Escuela*, (47), 65-74.
- Izquierdo, M. (1995). La V de Gowin como instrumento para la negociación de los lenguajes. *Aula de innovación educativa*, (43), 27-33.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N., y Espinet, M. (1999). Fundamentación y Diseño de las Prácticas Escolares de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 45 – 59.
- Izquierdo, M., & Sanmartí, N. (1998). Ensenyar a llegir i escriure textos de ciències de la naturalesa. *Jorba, J., Gómez, I. y Prat, À.(comps.). Parlar i escriure per aprendre. Ús de la llengua en situació d'ensenyament-aprenentatge de les àrees curriculars. Bellaterra: UAB-ICE*
- Jiménez Aleixandre, M. P. (1998). Diseño curricular. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 203-216.
- Loughran, J.J. (2007). Science Teacher as learner. En S.K Abell y N.G. Lederman. *Handbook of research on science education*, pp. 1043-1065.
- Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), pp. 289-302.
- Mellado Jiménez, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. In *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 21, pp. 343-358).
- Mondelo, M.; Martínez Losada, C. y García Barros, S. (1998). Criterios que utilizan los alumnos universitarios de primer ciclo para definir ser vivo. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (3), pp. 399-408.
- NRC (National Research Council) (2011). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- OECD (2010). PISA 2009 Results. Learning trends: Changes in student performance since 2000 (Volume V).
- Oliva, J.M. (2005). Sobre el estado actual de la revista Enseñanza de las Ciencias y algunas propuestas de futuro. *Enseñanza de las Ciencias*, 23 (1), pp. 123-13.
- Schibeci, R. y Hickey, R. (2000). Is it natural or processed? Elementary school teachers and conceptions about material. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (10), pp. 1154-1170.
- Stake, R. E. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Ediciones Morata.

Windschitl, M., Thompson, J. y Braaten, M. (2008) Beyond the scientific method: model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92, 941–967.

Preguntar en la clase de ciencias. Transitando en las dimensiones de una competencia de pensamiento científico

Joglar, C.,¹ Quintanilla, M.²

¹Departamento de Biología. Universidad de Santiago de Chile; ²Departamento de Didáctica Pontificia Universidad Católica de Chile.

carol.joglar@usach.cl

RESUMEN

Esta comunicación tiene como objetivo mostrar la complejidad que tiene la formulación de buenas preguntas en las clases de ciencias, la cual, además de ser una habilidad, es una competencia de pensamiento científico, compuesta de dimensiones y categorías. En un contexto donde los profesores de ciencias no son enseñados a formular buenas preguntas en la clase, es complejo poder enseñarlas, por lo tanto, es una competencia que debe ser promovida el profesorado a partir de la reflexión entre pares. Se busca identificar el tránsito en las dimensiones de la competencia de formular preguntas en la clase de ciencias que se enfrenta al diseñar, en talleres de reflexión docente, dos unidades didácticas e implementarlas en sus clases en un periodo de dos años. La profesora presenta un tránsito en las dimensiones de la competencia en el año 2 de la investigación más ecuánime, harmónico consciente e intencionado que en el año 1.

Palabras clave

Preguntar, Competencia de Pensamiento Científico, Enseñanza de las Ciencias

INTRODUCCIÓN

Elaborar buenas preguntas en la clase es una habilidad incuestionable que todo/a profesor/a debiera tener, y adquiere especial interés y relevancia cuando nos referimos a la enseñanza de las ciencias y su relación con el desarrollo de pensamiento científico en el estudiantado. En el contexto educativo y social actual, saber cuestionarse es central en el desarrollo de un sujeto competente. La OECD (2014) a través de los resultados en la prueba PISA, ha identificado las dificultades que tienen los estudiantes chilenos para identificar cuestiones científicas, si tenemos en cuenta que una buena manera de enseñar a formular buenas preguntas, es a través del ejemplo, se genera un desafío al profesorado de ciencias. Se ha demostrado que, el aprendizaje de las ciencias, tiene avances significativos cuando se enseña al profesorado a formular buenas preguntas, (Márquez y Roca, 2006; Otero y Graesser, 2001), en este ambiente, el estudiantado puede observar, a modo de ejemplo, la formulación de buenas preguntas *in locus*. Lamentablemente esto no siempre es fácil y puede ser un gran reto para el profesorado (Chin, 2007), por lo tanto, formular buenas preguntas en la clase de ciencias, es una competencia que debiera ser desarrollada por el profesorado de ciencias.

1. Paradigmas de estudio de la pregunta en las aulas.

Tradicionalmente las preguntas en el aula de ciencias fueron estudiadas desde el paradigma proceso-producto con énfasis en las décadas de los 70 y 80, el cual se centraba en los buenos resultados del estudiantado y las preguntas que trabajaba el profesorado en la clase. Sin embargo, este paradigma, no ha conseguido identificar cómo el profesorado puede desarrollar la competencia de elaborar buenas preguntas en las clases, quedándose simplemente en acciones intuitivas del buen profesor. Esto ha conllevado a inicios de este siglo, se volviera a profundizar en el estudio de las preguntas en las clases de ciencias. Esta problemática ha generado la necesidad de entender este tipo de interacción comunicativa desde paradigma sociolingüístico, cuyas investigaciones toman en cuenta el contexto de la pregunta y su contenido, pero, presenta dificultades, como por ejemplo, costos elevados, exige un conocimiento profundo del tema por parte del investigador, por ende, es una investigación de alta complejidad y en donde se objetiva la comprensión y no la replicación (Carlsen, 1991).

Desde la investigación en Didáctica de las Ciencias, reconocemos la importancia de profundizar en estudios referentes a la formulación de buenas preguntas en las clases por parte del profesorado y, en consecuencia, también del estudiantado. Desde las ciencias experimentales, las investigaciones todavía la relacionan con una habilidad básica del lenguaje, no abordando la complejidad inherente a una competencia lingüística y también del pensamiento científico del sujeto que la usa de manera intencionada, como es el caso de su uso en las clases de ciencias. En esta comunicación hablamos de formular buenas preguntas en la enseñanza de ciencia (FBPEC) como una competencia de pensamiento científico (CPC) que debe tener el profesorado, y que, a través de la misma, podría promoverla en el estudiantado. Hablamos del uso intencionado de la pregunta en el aula para promover el pensamiento de orden superior, en donde, más que ser hábil en hacer buenas preguntas, nos referimos al profesor como sujeto competente en el uso y formulación de buenas preguntas en la clase de ciencias.

2. El “preguntar” como una Competencia de Pensamiento Científico

Al elaborar una pregunta, es importante tener en mente que el comando de la misma, mostrará al estudiante la dirección cognitiva que debe considerar, al buscar una respuesta (Colás, 1983; Chin y Osborne, 2008), o sea, si formulamos una gran cantidad de preguntas de naturaleza memorística, se estimula a que el estudiante desarrolle las habilidades de almacenar, memorizar y recordar informaciones, por consiguiente, si queremos que el estudiantado tome decisiones, es necesario que le enseñemos a tomarlas. Desde este enfoque, las buenas preguntas pueden impulsar a que los estudiantes pasen desde meras afirmaciones, al desarrollo de la predicción, la experimentación y la explicación, además, (Chin, 2002), favorecen la generación de una cascada de actividades cognitivas, que permiten ir construyendo a través de piezas su conocimiento o resolviendo conflictos de comprensión.

En general pensamos que hacer una pregunta es algo extremadamente fácil, ya que ellas componen las bases de nuestro lenguaje. Sin embargo ¿Qué se entiende como una “buena pregunta”? Buenas preguntas provienen de la interacción de la teoría con un determinado fenómeno, desde este dialogo se generan las respuestas, las cuales pueden refutar, sustituir o ampliar la explicación científica predominante (Roca, 2005), además, no todas las preguntas tienen el mismo efecto sobre la enseñanza y el aprendizaje. Por ende, más importante que adquirir conocimiento, es que el estudiante adquiera las herramientas necesarias para aprender a aprender y aprender a formular sus propias preguntas. La habilidad para formular buenas preguntas es de gran importancia para el adecuado

proceso de aprender a comprender (Silvestri, 2006). Esta habilidad demanda conocimiento y reflexión sobre el proceso de comprensión. Frente a esto, el establecimiento de preguntas variadas, por parte del profesorado, que promuevan el pensamiento de orden superior en ciencias (Zohar, 2006) debe ser un propósito en la enseñanza de las ciencias, a través de las cuales, el estudiantado pueda tener consciencia de cómo se llegó a determinada afirmación, cuestione las pruebas o evidencias de una determinada teoría, o cuestiones las implicaciones del conocimiento científico y las decisiones provenientes de su utilización (Márquez y Roca, 2006), además, de permitir ampliar los límites observables y teóricos de un determinado fenómeno y promover la enseñanza de la explicación científica escolar. Por lo tanto, no hay recetas para elaborar “buenas preguntas en el aula”. Identificar una buena pregunta es de cierta forma fácil, sin embargo, no ocurre lo mismo al momento de tener que explicitar el “porque” la reconocemos como tal (Roca, 2005). Se debe tener en cuenta que está frente a un problema, el cual se genera a partir de la “barrera” y que bloquea el flujo del pensar dirigido, esta barrera, se traduce en una buena pregunta que el sujeto necesita hacerse para enfrentar la situación problemática, asumiéndola como un desafío, implicándose y comprometiéndose emocionalmente, frente a la cual él debe generar estrategias que se deben ir obligatoriamente reestructurando a medida que se enfrenta la situación desde diferentes enfoques. Estas estrategias van enfrentando el problema como en capas, donde muchas veces es necesario retroceder y enfrentar el problema desde otro flanco, o sea, una pregunta genuina no tiene una respuesta inmediata y necesita de esfuerzos mentales sostenidos (Labarrere, 2012). La necesidad de comprender el cómo, el porqué, el para qué y el cuándo se deben hacer preguntas en la clase de ciencias, que promuevan el pensamiento científico, es para el profesorado de ciencias un tema importante y que nos hace percibirla como más que una habilidad.

3. Dimensiones de la Competencia de Pensamiento Científico de elaborar buenas preguntas en la clase de ciencias

Preguntar es una competencia del pensamiento de orden superior (Zohar, 2006) en la clase de ciencias, y también podemos considerarla una competencia de pensamiento científico, y como tal, según (Quintanilla, 2012) tendría, como mínimo, cuatro dimensiones que le son características: el saber, saber estar, saber ser y el saber hacer. Para un desarrollo ecuánime de la competencia es necesario avanzar en estas cuatro dimensiones. Desde nuestra comprensión, el desarrollo de la concepción de la CEPCE del profesorado debe transitar en estas dimensiones. Por lo que, para comprender y profundizar en esta CPC, es necesario identificar y comprender cómo el profesorado transita en las dimensiones, durante su discurso y su accionar en las actividades relacionadas con el desarrollo de la competencia. Estas dimensiones no están aisladas, por lo que, se sobreponen y cuando hablamos de una, necesariamente tendremos que conectarnos a las demás:

Dimensión conocimiento: El conocimiento conceptual (saber) se co-construye socialmente, siendo resultado de una mezcla dialógica compleja, donde el docente debe tener comprensión del contenido científico y el dominio de su propio esquema conceptual (Quintanilla, 2012), su epistemología, su historia y noción de naturaleza de la ciencia (Quintanilla, 2006), para poder elaborar preguntas adecuadas que permitan a que el estudiante integre las diferentes nociones científicas dentro de un mismo marco conceptual, y donde los conceptos abordados deben estar interconectados (Chin, 2007).

Dimensión contexto: El elemento contextual (saber estar) debe ser dominado por el docente teniendo, además, conciencia de su propio conocimiento, el cuándo, cómo, porque y para qué, estos deben ser usados. De esta manera, se intenciona el uso del

contexto para aportar al aprendizaje del estudiantado. Identifica y relaciona cómo la pregunta se conectara con el propio contexto estudiantil, el cual, es una realidad altamente específica y no comparable (Zabala y Arnau, 2008), dando condiciones a que lo aprendido, posibilite la transferencia de un contexto antiguo a un nuevo contexto, sabiendo que este nuevo caso no es el mismo. Necesita tomar en cuenta el contexto intra aula, sin embargo no lo puede aislar constantemente, ya que reconoce que las fuentes que permiten el desarrollo de buenas preguntas en el aula, en general provienen del ambiente extra-clase (Chin y Osborne, 2008). Se preocupa con la necesidad de cubrir el programa propuesto por el currículo, en un tiempo restringido, no obstante, centra su actividad didáctica en el desarrollo de su estudiante.

Valores/emociones/actitudes: Los valores/emociones/actitudes (saber ser) las cuales fundamentan y posibilitan las acciones humanas, y son la condición de posibilidad de la razón y del lenguaje, siendo que este último que domina coordinaciones conductuales consensuadas y cooperativas, donde se requiere la convivencia que se basa en la aceptación recíproca (Otero, 2006). Las relaciones sociales o relaciones entre las personas subyacen genéticamente a todas las funciones superiores y sus relaciones (Wertsch, 1988), lo que indica que el pensamiento se puede atribuir a grupos o individuos en los cuales esta conexión es inherente, donde el plan interpsicológico tiene un profundo impacto. Los sentimientos y las emociones tienen un papel fundamental en las relaciones sociales, y la toma de decisiones requeridas por la vida social, es decir en el razonamiento. Entre las emociones que definen o caracterizan la actividad científica esta la emoción de la curiosidad, y la emoción por explicar “*que llevan a la pasión por preguntarse, por crear y responder*” (Otero, 2006, p. 38).

Habilidad de preguntar: La habilidad (saber hacer) en donde el profesorado debe reflexionar al respecto de la forma de preguntar y la naturaleza de la pregunta, posibilita en el docente también un discurso reflexivo, permitiendo que sus estudiantes puedan aclarar sus ideas, encontrar sus propios significados. Enseñar al estudiantado estrategias para formular preguntas, tiene especial importancia para enfrentar la resolución de problemas. Las buenas preguntas no emergen de forma espontánea, hay que enseñarlas, sin embargo, tan difícil cuanto, es enseñarles a evaluar la calidad de sus preguntas. Buenas preguntas generan buenas inferencias, en este contexto la pregunta actúa como un “*peldaño metacognitivo*” llevando el estudiante hacia el pensamiento profundo (Valenzuela, 2008).

No afirmamos con eso que la competencia de pensamiento científico de formular preguntas en la clase se compone exclusivamente de las cuatro dimensiones mencionadas, creemos que es una aproximación inicial, o sea, podría haber más dimensiones que la componen, tema en el cual se necesita profundizar. También, la idea no es que predominen ciertas categorías, más bien, que el profesorado transite a través de las mismas de manera intencionada, y de manera coherente en sus decisiones didácticas en sus clases. Por lo cual, la necesidad de estudiar el pensamiento docente, como un mecanismo para comprender su enseñanza, sus decisiones didácticas, sus concepciones sobre las CPC y su tránsito, a través de un modelo de intervención docente (Quintanilla y Labarrere, 2009), que posibilita identificar la enseñanza-aprendizaje-evaluación de la ciencia, como una actividad científica escolar con sentido humano y direccionada al desarrollo del estudiantado de forma plena, aplicando el conocimiento científico en su cotidiano, y aportando al desarrollo del ciudadano.

La competencia científica como cualquier capacidad (cognitiva, discursiva, material, afectiva) de orden superior específica, es la capacidad de realizar algo en un contexto

delimitado, posible de identificar y escolar significativo y por tanto transferible a la vida ciudadana (Adúriz-Bravo, 2006). Labarrere (2012) menciona que la competencia debe ser abordada, desde una posición interaccionista, donde se hace énfasis en el rol de adaptación y transformación del sujeto que es competente, destaca así el papel activo del individuo competente en la transformación del contexto, sus exigencias y el momento dado. Según Quintanilla (2012, p. 24) “*cada CPC se basa en una combinación de aptitudes prácticas y cognitivas, de orden diversa, que conjuntamente ponen en funcionamiento la realización eficaz de una acción: conocimientos, valores, actitudes y emociones y otros elementos culturales*” las cuales son una combinación dinámica de atributos que se refieren a el conocimiento, las habilidades, las actitudes, responsabilidades contextuales. Labarrere (2012) propone una representación del desarrollo de la competencia y del sujeto competente, como un proceso continuo y progresivo, donde el sujeto competente actúa inteligentemente respecto al contexto y a sí mismo, tomando especial relieve el proceso de autotransformación del propio sujeto, determinando así una actuación permanentemente y sistemáticamente dirigida a poner en evidencia el sustrato personal del actuar competente (Quintanilla, 2012). Por ente, podemos decir que desarrollar CPC en el aula de ciencia es como mínimo difícil, debido a que esta es compleja, multidimensional y evolutiva, donde los instrumentos evaluativos de las mismas deben ser capaces de desplazarse a través de los planos de desarrollo de la misma competencia. Además, el sujeto competente es capaz de tomar consciencia del desarrollo evolutivo de su propia competencia, captando la génesis de sus creencias y en su propia constitución como sujeto competente (Labarrere, 2012), dejando de lado la pregunta para enfocarse en el sujeto que pregunta.

METODOLOGÍA

La investigación aquí descrita hace parte de un conjunto de datos que componen una tesis doctoral (Joglar, 2014). Desde un paradigma de investigación cualitativa, y se centra desde los estudios del pensamiento del profesorado a un enfoque *interpretativo comprensivo y transformador* de la realidad. Las características naturales de este tipo de investigación están centradas en la actividad sistemática que se orienta “*a la comprensión en profundidad de fenómenos educativos, transformación de prácticas, escenarios educativos y a la toma de decisiones*” (Sandín, 2003, p. 123).

Los datos generados para este análisis provienen de un estudio de caso educativo, longitudinal (2 años) y único (Stake, 2007). La selección del caso se realizó por muestreo teórico (Glaser y Strauss, 1967). El caso (P1) se refiere a una profesional licenciada en Biología Marina, que, además, tiene una licenciatura en pedagogía en enseñanza media, y al fin de la investigación, tenía 7 años de experiencia en la enseñanza de la biología y las ciencias naturales. Los datos provienen del proceso de diseño e implementación de dos unidades didácticas elaboradas por un grupo de profesoras de biología, en el marco de un Taller de Reflexión Docente (Joglar *et al.*, 2011) y la implementación de dos unidades didácticas aplicadas por una de las profesoras participantes del taller, en años y colegios diferentes respectivamente. Las horas de las clases grabadas y transcritas en su totalizaron 8,2 horas y un total de 21 sesiones que componen dos talleres de reflexión docente (TRD) que duraron dos años, con un total 42 horas de grabación. Los pasos metodológicos realizados para llegar al objetivo fueron: a) transcripción total de las dos unidades didácticas implementadas y los talleres en los cuales participó la docente en estudio; b) unidad hermenéutica general, con la identificación de fragmentos según dimensión en cada una de las transcripciones de las clases y de los talleres; c) unidad hermenéutica por dimensión y codificación de cada una de las categorías de las

dimensiones a partir de la matriz de análisis; d) fase I del análisis de concordancia por expertos: acuerdos teóricos para el análisis de las dimensiones y codificación (Kappa de Fleiss I); fase II del análisis de concordancia por expertos, iniciando con el ajuste referencial (Watkins y Pacheco, 2000) y seguido por la segunda codificación por expertos (Kappa de Fleiss II); construcción de tablas de frecuencia con los fragmentos validados al 100% por los expertos; construcción de gráfico comparativo por frecuencia de la dimensión en las unidades de análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los análisis realizados a partir de los resultados tuvieron como objetivo identificar el tránsito que ella pudo realizar durante su discurso en las sesiones de los TRD o en sus clases. Por eso nos parece importante mostrar una mirada a los resultados de una forma que nos posibilite identificar de mejor manera el tránsito ocurrido (figura 1):

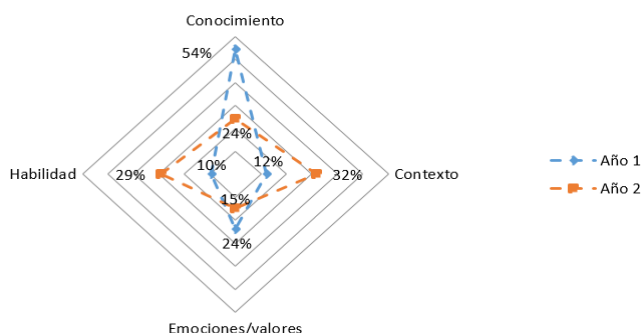


Figura 1: Tránsito del discurso y la acción de la docente en las dimensiones de la competencia.

Es posible identificar (figura 1) que, en el primer año de la investigación, la ocurrencia de la dimensión conocimiento predomina las citas identificadas en el discurso y la acción, cuando comparadas con la dimensión Emociones/valores, la dimensión habilidad y la dimensión contexto. Esto nos indica que, para la docente, en el primer año, al momento de formular preguntas su preocupación estaba focalizada en el conocimiento. Sin embargo, si comparamos estas, con las frecuencias de las dimensiones del año 2, podremos notar que, en lo que se refiere a la ocurrencia de la dimensión conocimiento, esta presenta una queda significativa si comparada a la del año 1. De manera contraria, las dimensiones contexto y habilidad presentan incrementos significativos si comparadas al año anterior, y la dimensión emociones/valores disminuye cuando comparada al año anterior. Además, se puede observar que en el año 2 el tránsito en las dimensiones que realiza la docente acerca de la competencia de elaborar preguntas en la clase de ciencias, tiende a una mayor armonía.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que la participación de la docente en talleres de reflexión junto a sus pares tuvo una influencia en el tránsito de las preguntas realizadas en el discurso docente entre las unidades de análisis y los dos años estudiados. La competencia de pensamiento científico de formular preguntas en la clase de ciencias, durante el primer año presenta una tendencia hacia la dimensión conocimiento, dejando claro la relevancia de esta dimensión para la docente, sin embargo, se puede observar que el taller de reflexión docente a promovido en la profesora un tránsito en las dimensiones de la competencia, o sea, en el segundo año la docente presentaba un mejor desarrollo de la competencia, ya que, esta se presenta más ecuánime, armónica, consciente e intencionada, que en el año 1. Esto nos indica que los talleres de reflexión docente son buenos espacios de formación

en especial para el desarrollo de CPC y competencias profesionales en el profesorado y que se debiesen tener en cuenta para promover la reflexión entre pares en los cuales se analicen problemáticas emergentes desde las dificultades identificadas por el mismo profesorado.

Esta comunicación sigue las orientaciones teóricas y metodológicas del grupo GRECIA. Se agradece el apoyo de los Proyectos FONDECYT 11150873 y Proyecto AKA 04 y 03.

REFERENCIAS

- Adúriz-Bravo. (2006). La epistemología en la formación de profesores de ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, XVIII(45), 25-36.
- Carlsen. (1991). Questioning in Classrooms: A Sociolinguistic Perspective. *Review of Educational Research*, 61(2), 157-178. doi: 10.2307/1170533
- Colás. (1983). La formulación de preguntas en el acto didáctico. *Revista interuniversitaria de didáctica*, 1, 77-83.
- Chin. (2002). Student-generated questions: a meaningful aspect of learning in science. [Article]. *International Journal of Science Education*, 24(5), 521-549. doi: 10.1080/09500690110095249
- Chin. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(6), 815-843. doi: 10.1002/tea.20171
- Chin y Osborne. (2008). Students' questions: a potential resource for teaching and learning science. *Studies in Science Education*, 44(1), 1-39. doi: 10.1080/03057260701828101
- Glaser y Strauss. (1967). *L.(1967). The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research.*
- Joglar. (2014). *Elaboración de preguntas científicas escolares en clases de biología. Aportes a la discusión sobre las competencias de pensamiento científico desde un estudio de caso.* Phd, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Joglar, Malvaez, Ravanal, Quintanilla, Labarrere y Brunstein. (2011, 5 a 9, septiembre). *Tránsito en los planos del desarrollo de profesores de biología en talleres de reflexión docente.* Comunicación presentada en III Congreso Internacional Nuevas Tendencias en la Formación Permanente del Profesorado Políticas y Modelos en la Formación Docente, Barcelona, España.
- Labarrere. (2012). La solución de problemas, eje del desarrollo del pensamiento y las competencias de pensamiento científico matemáticas y ciencias experimentales. En M. Quintanilla (Ed.), *Las competencias de pensamiento científico desde "las voces" del aula: historia de un proyecto de formación continua de docentes basado en la investigación en didáctica de las ciencias.* (Vol. 1, pp. 47-82). Santiago de Chile: Bellaterra.
- Márquez y Roca. (2006). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 63-71.
- OECD. (2014). PISA 2012 Results: What students know and can do. Students performance in mathematics, reading and science. (Vol. 1 Revised edition, February 2014): PISA, OECD Publishing.
- Otero. (2006). Emociones, sentimientos y razonamientos en Didáctica de las Ciencias. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 1(1), 24-53.
- Otero y Graesser. (2001). PREG: Elements of a Model of Question Asking. *Cognition and Instruction*, 19(2), 143-175. doi: 10.1207/s1532690xci1902_01

- Quintanilla. (2006). Identificación, caracterización y evaluación de competencias de pensamiento científico desde una visión naturalizada de la ciencia. En M. Quintanilla y A. Adúriz-Bravo (Eds.), *Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas* (pp. 18-42). Santiago: Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Quintanilla. (2012). La investigación en evaluación de competencias de pensamiento científico desde la formación continua del profesorado. Algunas directrices epistemológicas. En M. Quintanilla (Ed.), *Las Competencias de Pensamiento Científico. Desde las "voces" del aula* (Vol. 1). Santiago de Chile: Editorial Bellaterra Ltda.
- Quintanilla y Labarrere. (2009). *Identificación, caracterización y promoción de competencias científicas en estudiantes de enseñanza media mediante el enfrentamiento a la resolución de problemas. (FONDECYT, 1070795)* Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.
- Roca. (2005). Las preguntas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Revista Educar*, 33(2), 73-80.
- Sandín. (2003). *Investigación Cualitativa en Educación. Fundamentos y tradiciones*. Madrid: McGraw-Hill.
- Silvestri. (2006). La formulación de preguntas para la comprensión de textos: Estudio experimental. *Revista signos*, 39(62). doi: 10.4067/s0718-09342006000300008
- Stake. (2007). *Investigación con estudio de casos* (Cuarta edición ed.). Madrid, España: Morata.
- Valenzuela. (2008). Habilidades de pensamiento y aprendizaje profundo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 46(7), 4-0.
- Watkins y Pacheco. (2000). Interobserver agreement in behavioral research: Importance and calculation. *Journal of Behavioral Education*, 10(4), 205-212.
- Wertsch. (1988). *Vygotsky y la formación social de la mente*. Barcelona, España: Paidós.
- Zabala y Arnau. (2008). *11 ideas claves. Cómo aprender y enseñar competencias ¿Hasta qué punto una enseñanza basada en competencias representa una mejora de los modelos existentes?* Barcelona: Ed. Graó.
- Zohar. (2006). El pensamiento de orden superior en las clases de ciencias: objetivos, medios y resultados de investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 157-172.

El cambio climático en la formación del profesorado: Implementación de un modelo didáctico para abordar cuestiones ambientales

Lopera, M., Charro, E.

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Valladolid.

marisolope@alumnos.uva.es

RESUMEN

El estudio de caso que aquí se presenta se enmarca dentro de la implementación de un modelo didáctico, que fue generado de manera inductiva mediante un proceso de revisión sistemática y crítica de la literatura, para la formación inicial y continua del profesorado sobre cuestiones ambientales. Centrándonos en el Cambio Climático, se trabajó con un grupo de alumnos universitarios, futuros profesores de primaria. Durante y tras la intervención se recogieron datos de naturaleza cualitativa que fueron analizados e interpretados desde la perspectiva de la teoría fundamentada y con la mediación del software ATLAS.ti. Los resultados obtenidos muestran el potencial del modelo para la generación de marcos de referencia tanto conceptuales como metodológicos en relación con la cuestión ambiental de interés.

Palabras clave

Modelo didáctico, formación del profesorado, Cambio Climático (CC), Educación ambiental (EA).

INTRODUCCIÓN

La formación inicial del profesorado es un campo educativo e investigativo de gran trascendencia, especialmente porque permite reflexionar sobre el impacto que este rol puede tener en los procesos educativos y en la formación integral de las futuras generaciones. En relación con la Educación Ambiental (EA), la formación del profesorado cuenta con un marco reciente como lo menciona Sauvé (2002), pero en coevoluci3n con los fen3menos y problemáticas ambientales emergentes en la sociedad post moderna, que además, gira en torno constructos críticos y limítrofes desde las áreas de conocimiento tradicionales. Sin embargo, para el profesorado de primaria, tanto desde su formaci3n como en el ejercicio mismo, abordar asuntos ambientales suele ser una opci3n que en ocasiones se puede desestimar o considerar irrelevante. Una de las razones por las cuales se presenta esta situaci3n es que no se cuenta con modelos, estrategias y adaptaciones didácticas pertinentes y significativas que les permita abordar cuestiones ambientales que se refleje en el trabajo de aula y en los procesos de gesti3n ambiental en los centros educativos. Este hecho est  en parte generado desde la formaci3n inicial del profesorado no hay interés explícito por estas cuestiones.

Así que, es reiterativa la pregunta:  es posible generar una experiencia significativa en el proceso de formaci3n inicial del profesorado de primaria, al implementar un modelo didáctico de naturaleza sistémico y metadisciplinar sobre el Cambio Climático?, entendida una experiencia significativa como aquella que reconoce las concepciones previas sobre la cuesti3n ambiental implicada, pero que en esencia busca el tránsito de

los conceptos incluidos en el currículo de manera lineal y unidisciplinar a la integración y transdisciplinariedad. En tanto, los modelos didácticos desde planteamientos clásicos como los hechos por Joyce, Weil y Calhoun (2006), Escudero (1981), Larriba (2001), Jiménez (1991), así mismo comprendidos como *Instructional models* se reconocen autores como Dick y Carey (2005), Reigeluth (2013) Tracey y Richey (2007) que han reflexionado y conceptualizado tanto por su validez, estructuración y comportamiento práctico.

En este trabajo presentamos un estudio de caso basado en la aplicación de un modelo de formación que se implementado con un grupo de alumnos del grado de educación primaria, donde inicialmente se analizan los conocimientos y actitudes frente a la EA y CC y tras una serie de intervenciones transitar de la conceptualización genérica a los nodos metadisciplinarios; el diseño de estrategias didácticas y finalmente, la reflexión retrospectiva del modelo.

MARCO CONCEPTUAL

Se parte de la definición de un modelo como una “representación simplificada de la realidad, que desde la filosofía vendría definido como interpretación o representación simbólica y esquemática que permite dar cuenta de un conjunto de fenómenos” (Escudero, 1981). Así mismo, autores como Joyce y Weil (1985, 1986) consideran que un modelo didáctico es “un plan que se puede utilizar para dar forma concreta a los currícula, para diseñar materiales didácticos y para guiar la instrucción en la clase y otras situaciones”. Los autores antes mencionados en compañía de Calhoun (2002), después de años de reflexión y conceptualización describen los modelos de enseñanza de la siguiente forma:

“Los modelos de enseñanza son, en rigor, modelos de aprendizaje. Cuando ayudamos a los estudiantes a obtener información, ideas, habilidades, valores, modos de pensar y medios para expresarse, también les estamos enseñando a aprender. De hecho, el resultado más importante de la educación quizás sea, en el largo plazo, la creciente capacidad de los estudiantes de aprender con más facilidad y eficacia en el futuro, tanto por los conocimientos y habilidades adquiridos como por el dominio que han logrado de los procesos de aprendizaje”. (Joyce, Weil y Calhoun, 2002).

Por otro lado, se le puede considerar a los modelos didácticos como “una construcción teórica que pretende otorgar una explicación sobre un fragmento acotado de la realidad y nos informa de cómo intervenir en dicha realidad y orientar así la enseñanza en el camino adecuado” (Bunge, 1985). E indiscutiblemente son organizadores de procedimientos, que han de servir para la reflexión sobre la práctica, que son dinamizadores de conocimientos prácticos y teóricos y que son instrumentos válidos para el análisis y la evaluación del sistema, desde los ámbitos más lejanos de macro planificación hasta los más próximos como son el de la actividad cotidiana en el aula (Jiménez, 1991). De la misma manera, Larriba (2001) plantea una definición que para el caso es muy pertinente:

“conjunto de principios de carácter educativo, fruto del saber académico y de la experiencia práctica, que sirven para definir los objetivos educativos y pretenden orientar los procesos de enseñanza-aprendizaje que se producen en el aula. Son los marcos curricular y epistemológico, ambos con- fluyen en la didáctica del área y configuran diferentes modelos didácticos” (Larriba, 2001).

Diseño e iteración de modelo didáctico para la formación del profesorado

En primera instancia, se diseña un modelo didáctico para la formación del profesorado como primera fase de un proceso de investigación doctoral, donde se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura y análisis cualitativo de datos a través de la teoría fundamentada y con la mediación de ordenador (software ATLAS.ti). En la Figura 1, se describe detalladamente el proceso llevado a cabo y donde a partir del análisis de 125

documentos primarios y la generación de 180 códigos y 11 familias de códigos, se genera un sistema de categorías que incluye los principios estructurantes de los modelos didácticos, la taxonomía de modelos didácticos generales y específicos (EA), las concepciones de alumno, profesor, materiales, ambientes, enseñanza, aprendizaje y evaluación.

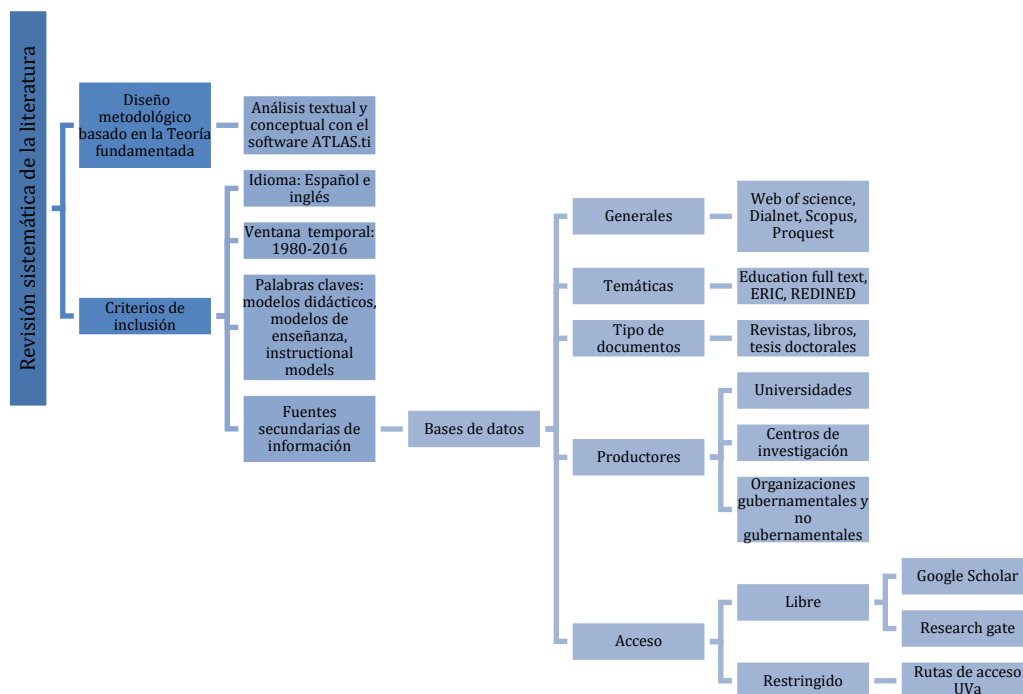


Figura 1. Proceso de revisión sistemática de la literatura.

La aplicación o iteración del modelo generado posibilita el desarrollo de la experiencia de formación mencionada, donde como además de plantearse para el tratamiento significativo de una cuestión ambiental relevante en el contexto europeo como es CC. De tal manera que, dicho modelo garantiza la articulación lógica, coherente y formal entre la teoría y práctica; se puede definir como un mecanismo que se aproxima a la realidad educativa (pedagógico-curricular y didáctica) propia de la formación del profesorado. Podría resultar como un eficaz mecanismo para abordar situaciones y problemas ambientales complejos, proyectada hacia una reflexión de orden superior temporalmente anticipada que parte de la lectura de contexto y que refleja la capacidad de simbolización, conceptualización y representación de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En consecuencia, dicho modelo reconoce el panorama político (normativo nacional e internacional), histórico y epistemológico del CC y pasa a la conceptualización genérica del clima como sistema complejo. Posteriormente, se lleva a cabo un bucle entre la lectura reflexiva y crítica del currículo de primaria para reconocer como abordan dicha cuestión, la selección de lo que García (2003) denomina “*nodos metadisciplinarios*” o entramados conceptuales y la remisión al currículo de nuevo para ubicarlos en un grado específico, asignatura o área de conocimiento e identificar demás elementos curriculares como competencias, objetivos, estándares, criterios evaluativos, para finalmente pasar al diseño de estrategias didácticas desde diferentes enfoques metodológicos como se muestra en la Figura 2.

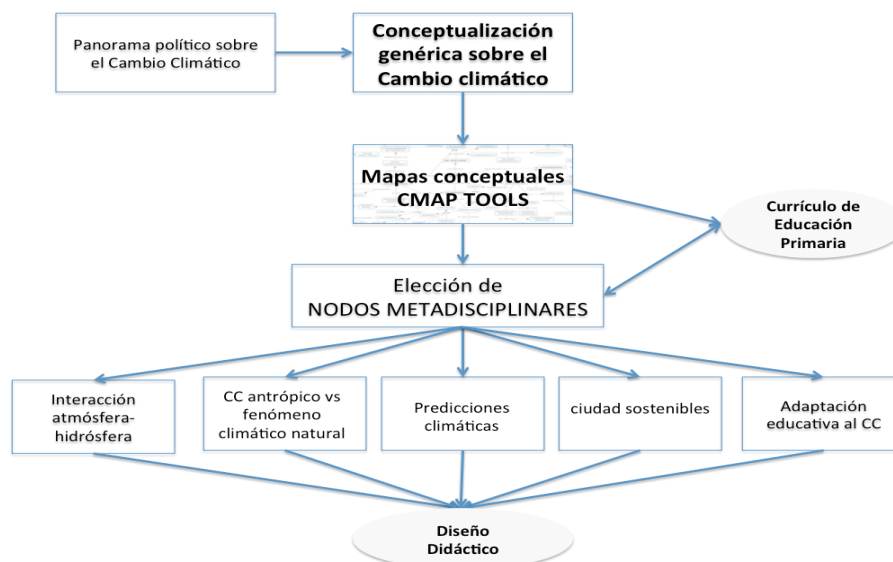


Figura 2. Procedimiento que describe el tránsito de la conceptualización genérica sobre el clima a los nodos metadisciplinarios y didáctica.

La parte final de diseño colaborativo por parte del alumnado, posibilita la planificación, desarrollo, instrumentación y evaluación retrospectiva de las experiencias que del mismo diseño emerjan. Se preocupa por la práctica docente futura y la generación y gestión de iniciativas ambientales; además, es altamente dinamizador y explicita las decisiones que direccionan el proceso de enseñanza y aprendizaje. Así mismo, potencializa, optimiza y pone en situación a los futuros maestros de primaria para que describan y organicen ambientes de enseñanza y aprendizaje, elementos curriculares, saberes, materiales, y en general experiencias académicas.

METODOLOGÍA

El diseño metodológico propuesto es de naturaleza cualitativo, a través del método de estudio de caso con una muestra constituida por 12 alumnos de tercer año del grado de Educación Primaria de la Universidad de Valladolid, que cursaban la asignatura optativa de EA y cuya experiencia de formación llevado a cabo en 6 sesiones. En los que a partir de audios y su posterior transcripción y análisis (con la mediación del software ATLAS.ti), los corpus textuales son fragmentados y codificados. De manera adicional, se aplicaron dos cuestionarios (al inicio y término) contruidos ad hoc y validados mediante juicio de expertos previos a esta iteración del modelo. Con el primero se buscaba reconocer las razones y motivaciones que llevaron a los alumnos a tomar la asignatura optativa en EA, además el conocimiento que tienen sobre el CC. Con el segundo y al término de la implementación del modelo didáctico favoreció la evaluación sobre diferentes aspectos ontológicos del mismo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de los conocimientos y actitudes frente a la EA y al CC

Al analizar los datos recogidos en el primer cuestionario se presenta el sistema de categorización donde se que incluye subcategorías explicativas como lo muestra la Tabla 1 y el conteo de los segmentos de textos que responden a estas expresados numéricamente como peso semántico (PS) (número de segmentos por subcategoría/número de segmentos totales por categoría) y se acompaña con evidencia explícita, es decir fragmentos de texto que dan significado:

Tabla 1. Sistema de categorización de la línea base.

Categoría	Subcategoría - códigos	PS	Evidencia explícita
Razones para tomar la optativa E.A	Conveniencia horaria	4/18	cogí esta porque me venía muy bien el horario escogí esta asignatura porque me parece más interesante, me gustaría saber más cosas de ello es un tema bastante importante para tratar en primaria
	Es un tema interesante	9/18	
	Importante para su futuro quehacer docente	4/18	
Motivaciones para aprender sobre el medio ambiente	Antecedentes	1/18	Cogí la asignatura porque la he dado en bachillerato y me resultaba más fácil estudiarla ahora Conocer más sobre este tema para después enseñarlo a los niños. debe estar presente en la educación primaria.
	Para trasposición didáctica	1/3	
	Para integración en el currículo	1/3	
Problemas ambientales más relevantes	Para concienciar a los alumnos	1/3	para concienciar a los alumnos desde pequeños de la responsabilidad que conlleva la educación ambiental. Sobrepoblación, violencia. Residuos sólidos, ahorro del agua, escases de recursos.
	Sociales (económicos, políticos, culturales)	9/22	
	Ecológicos	13/22	

En términos generales, los alumnos cursaron esta asignatura optativa porque consideran que los temas relacionados con el medio ambiente son interesantes e importantes. Sin embargo, cabe resaltar que las citas o fragmentos de texto relacionados con la conveniencia horaria tienen mucho peso, lo que permite inferir que efectivamente no hay una elección guiada por la convicción en algunos alumnos, aunque posteriormente si se nota el compromiso con reflejar sus aprendizajes en sus futuras prácticas como docentes, al abrir un espacio en el currículo formal, favoreciendo el diálogo de saberes. Lo anterior está en sintonía con lo planteado por González (1996), quien considera que la EA no debe ser pensada como una asignatura más que se añade a los programas escolares existentes, sino que debe ser incorporada a los programas destinados a todos los educandos, sea cual fuere su edad.

Por otra parte, en cuanto a los conocimientos sobre el clima, se identificaron conceptos asociados con fenómenos atmosféricos, lo cual es bastante pertinente si se contrasta con definiciones científicas que consideran al clima como un macrosistema donde interactúan sistemas: atmósfera, hidrósfera, biosfera y litosfera. Así mismo, se deja ver una relación difusa entre conceptos como clima, meteorología y estado del tiempo, asunto que se espera fortalecer el proceso de conceptualización. En relación al calentamiento global, capa de ozono y efecto invernadero, se presenta una clara unanimidad con respecto a que el calentamiento global es una causa y efecto del CC; aunque algunos consideran que de la misma manera como se presenta el calentamiento global se podría presentar bajo otras condiciones un enfriamiento global. En relación con el efecto invernadero todos los futuros profesores reconocen los compuestos CFC (*clorofluorocarbono*) como precursores del calentamiento global, sin embargo no hay evidencia de aproximación explicativa, ni argumentos concisos, tampoco la utilización de los principios científicos para explicar dicha afirmación.

Con respecto al efecto invernadero, el 27% consideran a los CFC como precursores directos de dicho fenómeno, mientras que el 63% se remite a referenciar sustancias procedentes de actividades humanas como el uso de combustibles fósiles o de procesos industriales lo que contrasta con el hecho de que el gas que directamente asocian el 100% de los participantes con el efecto invernadero es el CO₂, en segundo lugar con un 45% se encuentra la consideración del H₂O(g) y el CH₄ con el 55%. Sin embargo, no hay un conocimiento sobre la naturaleza y propiedades físicas y químicas de la molécula de CO₂ y la relevancia para procesos biológicos como la fotosíntesis, lo cual es evidencia de una visión catastrofista y fragmentada. Toharia (1999), en su investigación sobre el conocimiento sobre el CC en los universitarios, reconoce discursos simplificadores

ligados a la imagen del fenómeno difundida por los medio de comunicación, pero hay un distanciamiento de los principios científicos y de los procesos sistémicos en general con lo cual los hallazgos al aplicar este cuestionario coinciden y es reiterativa la alusión a los medios de comunicación como difusores de conocimiento sobre el CC.

De la conceptualización a los diseños didácticos

Claramente, la construcción, lectura y en general el uso de mapas conceptuales son una herramienta potente en la medida que posibilitan el tránsito del propio conocimiento al conocimiento científico y contrastarlos con los contenidos del currículo que hacen referencia al CC, pero además, seleccionar aquellos que en este caso asumirán connotaciones explícitamente ambientales. El pasar de la conceptualización genérica a los nodos metadisciplinarios (véase la Figura 2), permite filtrar contenidos explícitamente ambientales en el currículo, dar sentido a las practicas, diseñar, repensar las dinámicas inmersas en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Así que, teniendo en cuenta dichos aspectos del modelo de formación, se puede considerar que garantiza evidentemente un enriquecimiento conceptual en los futuros maestros, pero ligado al currículo formal como realidad inminente de su practica y pasar a la reflexión por la metodología de enseñanza, la secuenciación de actividades, la naturaleza misma de los procesos, no solo de actividades puntuales o de abordajes generales. Esta forma garantiza el diálogo de saberes, el establecimiento de nuevas e interesantes relaciones conceptuales, la movilización hacia la ética y estética ambiental, pero también la aproximación a conceptos científicos de manera sistémica y sistemática, por ejemplo el grupo de trabajo cuyo nodo metadisciplinar fue interacción hidrósfera-atmósfera lo abordó desde la modelización teórica y experimental, que permitió ver una contextualización en situaciones reales y problemicas asociadas al CC como es la acidificación de los océanos o la alteración del ciclo hidrológico y su efecto a nivel local y global.

Ahora bien, tradicionalmente, los diseños didácticos o estrategias didácticas se han considerado como un conjunto organizado de acciones que implican la utilización y organización de unos recursos materiales y la realización de unas actividades determinadas. Por lo tanto, el concepto estrategia está asociado a la organización y la práctica de la docencia, que conlleva a las actividades que se hacen día a día en el aula. Lo anterior se distancia de la comprensión de las técnicas como mecanismos o automatizaciones. Así que en la Tabla 2 se describen las estrategias generadas con miras a futuras iteraciones:

Tabla 2. Estrategias didácticas diseñadas por los profesores en formación.

Nodos metadisciplinarios	Estrategia didáctica	Grado	Objetivos
Interacción Hidrosfera - atmósfera	Modelización teórica y experimental	Quinto	Posibilitar la comprensión de fenómenos ligados a la actual crisis climática como son la acidificación de los océanos y la variación del ciclo del agua.
CC antrópico vs fenómeno natural.	Asuntos socio científicos	Sexto	Facilitar la comprensión del fenómeno de Cambio Climático desde la contrastación de teóricas científicas.
Predicciones climáticas y estaciones de medición.	Aprendizaje basado en problemas	Tercero	Reconocer la importancia de la evolución de los instrumentos de medida en la predicción climática.
Ciudad sustentables	TICs	Sexto	Proyectar por medio de simuladores las características que deberán tener las ciudades para ser consideradas como sostenibles.
Adaptación educativa al CC	Trabajo por proyectos	Primero-Sexto	Conocer las causas del CC, aprender a buscar y comunicar información, muy importante que se conciencien y sensibilicen sobre el tema y valoren la importancia de cuidar el ecosistema local.

Valoración del modelo por parte de los participantes

Los resultados del cuestionario final se pueden analizar como se muestra en la Tabla 3 en términos de pertinencia, efectividad, favorecimiento del proceso de enseñanza y aprendizaje el modelo tuvo una satisfactoria iteración, sin embargo, en lo concerniente a la dinamización de los roles profesor/formador y alumno/futuro profesor deberán generarse modificaciones que rompan los esquemas trazados. En términos generales, favorecer el diseño de estrategias didácticas con miras a las futuras prácticas como docentes posibilita poner en situación a los alumnos de magisterio, articular el conocimiento disciplinar, pedagógico y didáctico, pensar en la necesidad de nuevas apropiaciones y en asumir la responsabilidad ambiental de su labor. Además, las cuestiones ambientales posibilitaron el diálogo de saberes, el trabajo transdisciplinar y la nueva reorganización curricular con miras a responder a dinámicas sociales, culturales, económicas y políticas.

Tabla 3. Aspectos del modelo evaluados por los participantes.

Aspectos	Escala	Número	%
La implementación del modelo en la asignatura es pertinente	De acuerdo	3	25
	Totalmente de Acuerdo	9	75
La implementación del modelo potencializó el rol Profesor formador	De acuerdo	3	25
	Totalmente de Acuerdo	8	66.7
	En desacuerdo	1	8.3
La implementación del modelo potencializó Alumno/futuro profesor	De acuerdo	4	33.3
	Totalmente de Acuerdo	7	58.3
	En desacuerdo	1	8.4
La implementación del modelo favoreció el aprendizaje sobre el CC	De acuerdo	8	66.7
	Totalmente de Acuerdo	4	33.3
La implementación del modelo es efectivamente transdisciplinar	De acuerdo	4	33.3
	Totalmente de Acuerdo	8	66.7
El modelo de formación puede aplicarse en otra asignatura	De acuerdo	3	25
	Totalmente de Acuerdo	9	75

CONCLUSIONES

Bajo el planteamiento metodológico de la Investigación de Diseño desde donde se genera el modelo didáctico, este estudio de caso resulta ser una primera iteración, que sin duda aporta a la depuración del modelo, lo delimita y reconoce el efecto que tiene en los procesos de formación del profesorado. Como aspecto significativo, se destaca el espacio que se abre dentro de la formación inicial del profesorado para reflexionar y anticipar la acción pedagógica y didáctica en EA y en una cuestión de gran relevancia local y regional como es el CC.

REFERENCIAS

- Bunge, M. (1985). La investigación científica. Barcelona, España: Ediciones Ariel.
- Dick, W., Carey, L. y Carey, J. (2005). The systematic design of instruction. USA: Person.
- García, J. (2003). Investigando el ecosistema. Investigación En La Escuela, (51), 82-100.
- Escudero, J. M. (1981): Modelos didácticos. Barcelona, España: Oikos-Tau.
- González, E. (1996). La educación ambiental. Un nuevo campo de acción pedagógica. Perfiles liberales, (24), 15 – 19. Bogotá, Colombia.
- Jiménez, B. (1991). Los sistemas y modelos didácticos. En A. Medina y M. L. Sevillano (coords.): Didáctica-adaptación. El curriculum-. Fundamentación, diseño, desarrollo y evaluación. Madrid, UNED. pp. 705-733.

- Joyce, B. y Weil, M. (1985). Modelos de enseñanza. Madrid, España: Editorial Anaya.
- Joyce, B., Weil, M. y Calhoun, E. (1986). Models of teaching. JSTOR.
- Joyce, B., Weil, M. y Calhoun, E. (2002). Modelos de enseñanza.
- Larriba, L. (2009). La investigación de los modelos didácticos y de las estrategias de enseñanza. Enseñanza y Teaching: Revista Interuniversitaria De Didáctica, 19.
- Reigeluth, C. M. (2013). Instructional design theories and models: An overview of their current status Routledge.
- Ruiz, F. J. (2008). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. Manizales, Colombia: Editorial Universidad de Caldas.
- Sauvé, L., y Orellana, I. (2002). La formación continua de profesores en educación ambiental: La propuesta de edamaz. Tópicos En Educación Ambiental, 4(10), 50-62.
- Stake, R. E. (1998). Investigación con estudio de casos. Madrid, España: Ediciones Morata.
- Tracey, M. y Richey, R. (2007). ID model construction and validation: A multiple intelligences case. Educational Technology Research and Development, 55(4), 369-390.
- Toharia, M. (1999). Cambio climático: percepción social. En el campo de las ciencias y las artes. Madrid, España: Servicio de Estudios BBVA.

Valoración de la enseñanza de las ciencias desde la perspectiva de los estudiantes del Grado de Educación Infantil

López-Banet, L., De Pro, A.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.

llopezbanet@um.es

RESUMEN

El estudio de la percepción de los estudiantes sobre la formación científica que recibieron antes del Grado de Educación Infantil permite evaluar los distintos modelos de enseñanza que eran habituales en las clases de ciencias, así como la evolución que ha tenido lugar. En este trabajo presentamos las valoraciones realizadas por estudiantes del último curso del Grado en relación con los contenidos y actividades de enseñanza y los recursos con los que se trabajaba en las aulas de ciencias. De acuerdo con los resultados hallados, los estudiantes perciben que el uso de distintos tipos de actividades y recursos en el proceso de enseñanza les permite participar en su propio aprendizaje de un modo más activo, y que la puesta en práctica de los conocimientos a través de investigaciones escolares y el trabajo en grupo juegan un papel importante en la enseñanza de las ciencias, valorando positivamente el uso realizado en el Grado.

Palabras clave

Formación Inicial, Educación Infantil, educación científica, actividades y contenidos de enseñanza, recursos didácticos.

ORIGEN Y JUSTIFICACIÓN

La escasa presencia en las aulas de ciencias de espacios que permitan promover la aplicación de contenidos en diferentes contextos y combinar la exploración de los fenómenos con los conceptos científicos (Couso, 2011), así como la ausencia de una educación científica que contribuya a la capacidad de actuar críticamente a lo largo de la vida (Osborne, 2008) es una preocupación actual compartida por expertos en didáctica de las ciencias, que también ha sido puesta de manifiesto por estudiantes de distintas etapas educativas.

Recientemente se han realizado estudios sobre la necesidad de conocer la relación entre la investigación en didáctica de las ciencias y la enseñanza de las ciencias real que tiene lugar en el aula teniendo en cuenta la descripción realizada por los propios estudiantes. Estos valoran negativamente el abusivo uso del libro de texto y la exposición magistral, predominando la enseñanza de conceptos frente a la de procedimientos y actitudes, así como la infrutilización de recursos didácticos variados (Pro y Nortés, 2013). Otros estudios muestran la escasa disponibilidad de laboratorios en los centros escolares y, entre los que disponen de él, su utilización de forma esporádica o prácticamente nula en Educación Primaria, sirviendo para la realización de demostraciones por parte del profesor y con escasa o sin participación del alumnado (Escobar y Vílchez, 2006). También existen investigaciones que han permitido comparar los recursos utilizados en centros extranjeros a partir de las percepciones de los estudiantes que se encontraban

realizando el Prácticum. Concretamente, las relaciones establecidas entre la formación académica de estudiantes de Magisterio de Sevilla y la situación en centros irlandeses muestra que la realidad de las clases de ciencias en ambos centros no difiere sustancialmente, aunque se perciba una mayor variabilidad en el uso de distintos materiales, menor predominio libro de texto así como un reparto equitativo entre las tareas individuales y grupales en los centros de Irlanda (Escobar y Vílchez, 2009).

Es, por tanto, fundamental conocer cómo ha sido el aprendizaje de las ciencias en etapas anteriores al periodo actual, desde el punto de vista de los estudiantes, para averiguar la repercusión en su futuro profesional como maestros y maestras.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo de esta investigación consiste en conocer cómo consideran los estudiantes de cuarto curso del Grado de Educación Infantil (GI) que ha sido -y debería haber sido- el desarrollo de las materias de ámbito científico, que han cursado a lo largo de su formación (Educación Primaria y Secundaria, y el GI).

Problemas de la investigación

Para abordar este tema, se formularon los siguientes problemas de investigación:

- ¿Qué contenidos de tipo científico se abordaron en las clases de ciencias, según las percepciones de los estudiantes de cuarto curso del GI, a lo largo de su formación?*
- ¿Cómo valoran los estudiantes estos contenidos?*
- ¿Qué actividades y recursos consideran que eran utilizados en las clases de ciencias?*
- ¿Cómo valoran dichos recursos para esta materia?*

Contexto y participantes

Los estudiantes de la Universidad de Murcia que participaron en esta experiencia han sido 69, que cursaban la asignatura “Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza II” en el primer cuatrimestre del 4º curso del Grado de Educación Infantil, cuya media de edad era de 23.4 años.

Por experiencia directa conocemos los contenidos y actividades que desarrollaron en el Grado en relación con las materias científicas que constituyen el objeto de nuestro estudio:

- Durante el segundo cuatrimestre de tercer curso del Grado se cursaron contenidos relacionados con el currículo y la enseñanza de las ciencias en la Educación Infantil (el cuerpo humano, alimentación y salud). También se desarrollaron prácticas sobre el diseño, desarrollo y puesta en práctica de recursos educativos, la investigación de las ideas y hábitos del alumnado de Educación Infantil y el diseño de secuencias de enseñanza.
- En el cuarto curso del Grado se desarrollaron contenidos sobre la enseñanza y aprendizaje de los seres vivos y sus relaciones con el medio, así como con el comportamiento de los objetos según sus propiedades. También se realizaron actividades prácticas sobre la observación y experimentación de animales, plantas y el conocimiento físico.

Respecto a la distribución de centros en su formación previa al Grado, 2 de los estudiantes cursaron sus estudios de Educación Primaria en centros privados, 17 en centros concertados y 50 lo hicieron en centros públicos. En Educación Secundaria se mantiene la misma frecuencia y en Bachillerato/FP, 4 estudiantes estudiaron en centros privados, 4 en concertados y 61 en centros públicos.

La modalidad de Bachillerato/FP escogida por los estudiantes fue de Humanidades/Ciencias Sociales en 63 de los casos, 1 de Letras mixtas, 4 proceden del módulo de Técnico de Educación Infantil (2 de los cuales además realizaron el bachillerato de Humanidades/Ciencias Sociales), 2 de un módulo de administración y una alumna indica únicamente "LOE". La mayor parte del alumnado realizó los estudios de Primaria, Secundaria y Bachillerato con la LOGSE, ley aprobada en 1990. Las materias científicas que cursaron tras la Primaria fueron Ciencias de la Naturaleza en 1º y 2º de ESO, en 3º *Física y Química y Biología y Geología* y en 4º se cursaban estas materias con carácter optativo.

Instrumento de recogida de información

Para conocer las valoraciones de los estudiantes sobre la enseñanza recibida de materias del ámbito científico a lo largo de su Educación Primaria, Secundaria/FP y en el Grado de Educación Infantil se elaboró un cuestionario, previamente ensayado con dos alumnas del grupo.

El cuestionario, modificado como consecuencia de las entrevistas realizadas, consta de 51 ítems de opción múltiple o respuesta abierta, estructurado en los siguientes bloques: a) naturaleza de los contenidos desarrollados; b) actividades y recursos que ha realizado o utilizado; c) diferencias que, en relación con el punto anterior, encontraban entre los niveles de enseñanza así como las valoraciones que hacían de estas diferencias.

Los resultados de las preguntas de opción múltiple fueron analizados de forma cuantitativa, mientras que las respuestas a las preguntas abiertas se realizó de manera cualitativa, estableciendo una serie de respuestas genéricas que se aproximaban a los comentarios de los estudiantes y señalando el porcentaje de los estudiantes que las mencionaron.

RESULTADOS

A continuación se presentan y analizan los resultados de acuerdo con las distintas dimensiones que se establecieron en el cuestionario.

a) *Naturaleza de los contenidos, actividades y recursos*. En la primera parte de la tabla 1 se presentan las respuestas de los estudiantes a cada una de las preguntas relativas a la frecuencia con la que se trabajaban los diferentes contenidos en las clases de ciencias. En cada tabla se indica el porcentaje de estudiantes que contestaron siempre (S), bastante (B), a veces (A) o nunca (N).

Como se puede apreciar, durante la EP y la ES predominaban los conocimientos teóricos frente a la resolución de problemas, mientras en el GI se aprecia un equilibrio entre ambos tipos de contenidos. En cuanto a los contenidos relacionados con habilidades manuales o de investigación (desarrollo de destrezas manuales, investigaciones escolares, realizar medidas, tomar datos, completar tablas o realizar gráficas o destrezas comunicativas), los estudiantes señalan que durante la EP y ES solo fueron trabajados de forma esporádica (incluso la mayoría indican que nunca llegaron a realizar investigaciones escolares), estos se encuentran con mucha más frecuencia en las asignaturas del Grado. Sin embargo, los aprendizajes que tienen que ver con la adquisición de hábitos de higiene, hábitos saludables de alimentación, conservación del medio se trataron a veces o bastante en todos los periodos formativos.

Periodo de formación	EP				ES/BACH/FP				GI			
	N	A	B	S	N	A	B	S	N	A	B	S
Frecuencia con la que se trabajaban diferentes tipos de contenidos en las clases de ciencias												
Conocimientos teóricos (conceptos, teorías, leyes, ...)	0	15	49	37	0	15	40	46	0	20	52	28
Resolución de problemas/ejercicios de papel y lápiz	4	42	39	14	4	41	37	18	1	33	51	14
Destrezas manuales (construir aparatos, maquetas, realizar montajes,...)	31	59	7	3	29	57	13	0	3	29	52	16
Investigaciones escolares (plantear problemas, formular hipótesis, establecer conclusiones,...)	56	39	6	0	31	46	21	3	1	4	54	41
Realizar medidas, tomar datos, completar tablas, realizar gráficas, ...)	31	57	10	1	15	54	25	6	3	12	57	29
Destrezas comunicativas (identificación de ideas en materiales escritos, audiovisuales e informáticos, elaboración de informes, ...)	31	51	17	0	15	57	25	3	3	3	46	48
Adquisición de hábitos de higiene (limpieza de manos, dientes, ropa, calzado, aula, etc)	4	30	48	17	31	50	16	3	30	33	20	16
Adquisición de hábitos saludables de alimentación (propuestas para mejorar vuestra alimentación, elaboración de dietas equilibradas, etc)	16	41	28	16	22	46	28	4	9	41	38	13
Actitudes hacia la conservación del medio ambiente (responsabilidad y cuidado de los recursos naturales, etc)	1	38	43	17	7	34	49	10	0	25	59	16
Frecuencia con la que se utilizaban diferentes actividades/recursos en las clases de ciencias	N	A	B	S	N	A	B	S	N	A	B	S
Explicaciones del profesor en la pizarra	0	6	17	77	1	7	24	68	3	52	33	15
Explicaciones del profesor utilizando medios audiovisuales	46	45	6	3	9	47	35	9	0	1	26	72
Lectura y actividades del libro de texto/apuntes	0	0	25	75	0	4	28	67	3	46	33	17
Actividades de laboratorio	55	42	3	0	24	63	12	1	23	64	12	1
Investigaciones escolares	62	36	1	0	35	54	10	0	4	22	46	28
Trabajos en pequeños grupos	33	61	3	3	24	56	21	0	0	1	20	78
Trabajos individuales del alumnado	1	19	38	41	1	16	40	43	3	62	29	6
Actividades prácticas de observación, descripción, etc	26	60	13	0	21	51	28	0	3	9	52	35
Salidas fuera del aula a museos	4	81	10	4	24	72	4	0	57	42	1	0
Salidas fuera del aula a visitar el entorno próximo	20	62	13	4	38	53	9	0	17	80	3	0
Excursiones	1	74	19	6	16	76	7	0	72	28	0	0

Tabla 1. Contenidos de ciencias en distintos periodos de formación (en %)

Al preguntar a los estudiantes cuál es su grado de satisfacción respecto a la frecuencia con la que se trabajaban los conocimientos teóricos y la resolución de problemas en las clases de ciencias, la mayoría contestaron bajo (48%) y alto (45%) durante tu EP, similar a lo que contestaron durante la siguiente etapa formativa (bajo, 54% y alto 41%). Durante el GI se invierten estos porcentajes, ya que un 57% lo consideraron alto y algunos muy alto (16%), mientras que un 27% lo consideraron bajo.

En relación con su grado de satisfacción respecto a la frecuencia con la que se trabajaban en las clases el desarrollo de destrezas manuales y habilidades de investigación sobre las que se les preguntaba, este también es considerado bajo durante la EP (55%) y la ES/BACH/FP (62%), mientras que es considerado alto (71%) e incluso muy alto (22%) durante el GI.

El grado de satisfacción con respecto a la adquisición de hábitos de higiene, hábitos saludables de alimentación y actitudes hacia la conservación del medio ambiente, los porcentajes obtenidos han sido los siguientes (muy bajo, bajo, alto y muy alto): durante la EP (43%, 43%, **45%**, 7%), en la ES (10%, **63%**, 24%, 3%), siendo esta satisfacción de nuevo mayor en el GI (1%, 23%, **62%**, 13%).

En general, cuando se preguntaba a los estudiantes por las diferencias que encuentran en el tratamiento de los contenidos anteriores a lo largo de su periodo de formación, destacan que mientras que en el GI se desarrollaron actividades para poner en práctica los distintos contenidos señalados, durante la EP y la ES predominaba el aprendizaje memorístico.

b) *Naturaleza de las actividades y recursos.* Como se aprecia en la segunda parte de la tabla 1, en EP destacan las explicaciones del profesor en la pizarra, las tareas individuales y el libro de texto, y se refieren a la escasez de recursos (circunstancia que probablemente tenga que ver con el periodo en que los estudiantes de la muestra cursaron este nivel educativo). Aunque en ES también predominan las mismas actividades y recursos que en EP, destacan la incorporación de medios audiovisuales. Sin embargo, para el GI señalan la utilización de recursos más variados, como medios audiovisuales para realizar sus explicaciones, predominan los trabajos en grupo, se realizan investigaciones escolares y actividades prácticas de observación, descripción, etc.

Por otro lado, las visitas fuera del centro escolar se realizaron con mayor frecuencia en EP y ES que en el GI, donde solo destacan algunas salidas al entorno próximo. Las actividades de investigación no se realizaban prácticamente en EP, en muy pocas ocasiones en la ES, mientras que en el GI es una actividad bastante frecuente, al igual que la experimentación e investigación. Por último, señalar que los trabajos colaborativos entre el alumnado no fueron desarrollados a lo largo de los periodos anteriores al GI, etapa en la que ha predominado este tipo de metodología.

Como se observa en los siguientes porcentajes (ordenados de muy bajo a muy alto), el grado de satisfacción sobre la utilización de actividades/recursos mencionados en la tabla 1 fue mayoritariamente bajo durante la EP (17%, **54%**, 26%, 3%) y ES/BACH/FP (12%, **62%**, 25%, 1%), al contrario de lo que señalan para el GI (1%, 23%, **58%**, 17%).

c) *Diferencias entre los niveles de enseñanza y valoraciones que se realizan de las mismas.* En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos tanto para los contenidos desarrollados, como para las actividades realizadas o los recursos utilizados, siempre que estos sean mencionados por más del 10% de los estudiantes.

Para la mayor parte del alumnado, los contenidos que trabajaron durante la EP eran fundamentalmente de tipo teórico, con escasa realización de trabajos prácticos. La mitad aproximadamente mencionan que las clases se basaban en la utilización del libro de texto y la pizarra tradicional como medio usual de las clases magistrales y una quinta parte consideran que las investigaciones escolares fueron escasas. El tipo de agrupamiento era individual por lo que no se fomentaba el trabajo cooperativo. Las salidas y excursiones se podrían considerar bastante habituales durante este periodo formativo.

En la ES los tipos de contenidos que se trabajaban eran mayoritariamente teóricos, a través de las explicaciones del profesorado y utilizando el libro de texto. En algunas ocasiones se apoyaban en medios audiovisuales y se programaban visitas a museos y salidas al entorno.

Respecto a los estudios de GI, los estudiantes perciben una mayor correspondencia entre la teoría y la práctica, desarrollaron tareas de investigación y aprendieron a diseñar materiales didácticos para la enseñanza de contenidos científicos. Se observa una gran variabilidad en el uso de recursos como material audiovisual, realización de experimentos y actividades prácticas, pero las salidas al entorno próximo son escasas.

<i>A la vista de tu experiencia, ¿qué diferencias encuentras entre los contenidos trabajados durante tu formación en Educación Primaria, Secundaria, FP, Bachillerato, etc y el Grado en Educación Infantil?</i>	
Educación Primaria	%
Se otorgaba prioridad a contenidos teóricos	29
Las actividades prácticas apenas se practicaron	19
Se abordaron contenidos de carácter general/ básico	10
Conservación del medio ambiente	10
Educación Secundaria	%
Contenidos teóricos predominan sobre los prácticos	20
Escasas prácticas	14
Grado Educación Infantil	%
Aprendizajes mucho más prácticos/ teoría claramente complementada con la práctica	46
Didáctica de los contenidos/ nos enseñan a como trabajarlos en el aula de EI	16
Observaciones/tareas de investigación/resolución de problemas	13
Contenidos sobre aspectos básicos que hemos ido estudiando a lo largo de todos los años	12
<i>A la vista de tu experiencia, ¿qué diferencias encuentras entre las actividades/recursos utilizados durante tu formación en Educación Primaria, Secundaria, FP, Bachillerato etc y el Grado en Educación Infantil?</i>	
Educación Primaria	%
Utilización del libro de texto	46
Explicaciones del profesor/clases magistrales	38
Apenas/ninguna realización de experimentos/actividades de observación e investigación	19
A veces/bastantes excursiones y salidas del aula	16
Apenas/nunca utilizaban medios audiovisuales	13
Utilización de pizarra tradicional	13
Actividades individuales en el aula	13
Clases teóricas/No se ponían en práctica los contenidos teóricos	10
Escasez de recursos	10
Educación Secundaria/Bachillerato	%
Utilización del libro de texto/apuntes	42
Explicaciones del profesor/clases magistrales	22
Apenas realización de experimentos/actividades de observación e investigación	16
Salidas/observaciones del entorno/museos	14
Los profesores no se apoyaban en recursos audiovisuales	13
Utilización de medios audiovisuales/tecnología	13
Actividades/recursos/contenidos muy teóricos	10
Grado Educación Infantil	%
Medios audiovisuales/TIC	36
Actividades de investigación/observación/de recoger datos/experimentos	35
Actividades en grupos	23
Actividades prácticas	22
Más utilización de recursos/actividades	10
Algunas salidas al entorno próximo	7

Tabla 2. Diferencias percibidas por los estudiantes respecto a los contenidos (en %)

Los comentarios de otros estudiantes no reflejados en la tabla 2 muestran que durante la EP se priorizaba en los contenidos de tipo conceptual y el aprendizaje memorístico, promoviendo una enseñanza de las ciencias tradicional, descontextualizada, y consideran que su aprendizaje científico fue escaso. Algunos indicaron que en ES los contenidos eran más específicos, profundizándose más en ellos, predominando también un aprendizaje memorístico aunque algunos estudiantes comentan que abordaban contenidos de una forma más práctica que en la EP a través de la realización de trabajos de investigación, incluso un reducido grupo realizó experiencias prácticas en el laboratorio.

En el caso del GI, los estudiantes perciben un cambio en la enseñanza de las ciencias respecto a cómo fueron tratadas en años anteriores. Por ejemplo, trabajan de manera activa, realizan trabajos manuales y elaboran materiales/actividades para abordar los diferentes contenidos adaptados a las aulas de Educación Infantil. Un estudiante indica que carecía de conocimientos científicos básicos hasta que inició esta etapa y otro comenta su preferencia por la forma de desarrollar los contenidos en el GI.

Los estudiantes que mencionan aspectos sobre el Bachillerato indican que se trataba de contenidos muy teóricos, con mayor grado de dificultad que en etapas anteriores. Algunos de ellos llevaron a cabo trabajos de investigación (algunos estudiantes realizaron el bachillerato de investigación), mientras otros comentan que las experiencias prácticas fueron escasas, predominando los contenidos conceptuales a través de una metodología expositiva y poco participativa. En relación al alumnado que estudió FP, que al ser minoría no están recogidos en la tabla anterior, comentan que en esta etapa los profesores se apoyaban en medios audiovisuales. Además, se llevaban a cabo trabajos prácticos para complementar la teoría, se realizaron algunos trabajos de investigación y se trabajaba en grupo.

Por tanto, se puede observar que tanto en EP como en ES el estudiante desempeñaba un papel pasivo dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, realizando mayoritariamente trabajos individuales y dedicándose únicamente a aprender de forma memorística los contenidos. En ambas etapas se utilizaban recursos pocos apropiados para estudiar ciencias y las actividades distintas a las de papel y lápiz podían considerarse “extraordinarias”. Algunos estudiantes perciben que las actividades fueron mucho más variadas en EP que en ES, mientras otros consideran lo contrario.

Respecto al GI podemos inferir que los estudiantes se consideran un elemento activo dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje y que valoran el trabajo en grupo, actuando el profesor como guía en dicho proceso. Indican que la enseñanza es mucho más innovadora, que los recursos utilizados en esta etapa han sido mucho más útiles, considerando que las actividades contextualizadas son fundamentales para desarrollar un aprendizaje significativo. En consecuencia, perciben una evolución positiva respecto a los recursos y actividades utilizadas desde el aula desde EP hasta el GI. Como inconvenientes señalan que en el GI no se realizaron salidas fuera del centro y que los trabajos son demasiado amplios o excesivos.

CONCLUSIONES

De acuerdo con las percepciones y recuerdos que han transmitido los estudiantes en este estudio, nos parece conveniente resaltar las siguientes consideraciones:

- En primer lugar, resulta evidente que la selección de los contenidos científicos de enseñanza en las etapas anteriores al Grado de Educación Infantil son manifiestamente mejorables. Estos cambios se deberían orientar hacia prestar mucha más atención a aprendizajes diferentes de los meramente conceptuales y memorísticos.
- Además, las actividades de carácter científico que se desarrollan durante la EP y la ES son insuficientes, y se deberían incluir una mayor variedad de recursos que promuevan un aprendizaje de las ciencias más activo por parte del alumnado.
- Que esta realidad debe ser conocida por el profesorado del Grado a la hora de planificar la enseñanza de las materias de ciencias, teniendo en cuenta, sobre todo, que estos estudiantes se preparan como futuros maestros y maestras.

Y con carácter más general:

- Que no por conocido, es necesario dejar de insistir en la necesidad de cambiar, en profundidad, la orientación de los procesos de enseñanza-aprendizaje en los distintos niveles de enseñanza (tanto en Educación Primaria, como en Educación Secundaria). No solo no existen evidencias empíricas de que las distintas reformas educativas hayan mejorado los aprendizajes científicos de los estudiantes, sino que -muy al contrario, como ha puesto de manifiesto la investigación educativa- la orientación de la enseñanza de estas materias en las aulas se mantiene, básicamente estable, desde hace 40 años.
- La consideración anterior es respaldada por el hecho de que tampoco parece haber mejorado el enfoque de las ciencias a medida que se avanza en el sistema educativo. Como ponen de manifiesto los resultados relativos a las actividades y recursos que se utilizan, ni la enseñanza de las ciencias en la Educación Secundaria, ni en el Bachillerato suponen una mejor formación científica de los estudiantes –en el ámbito de las habilidades de investigación, por ejemplo. A medida que los estudiantes progresan de curso, la enseñanza se hace más teórica y descontextualizada.
- Además, de las valoraciones que realizan los estudiantes que han formado parte de nuestro estudio, se puede deducir su disposición favorable hacia orientaciones formativas que impliquen su participación más activa en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

- Couso, D., Jiménez, M.P., López-Ruiz, J., Mans, C., Rodríguez, C., Rodríguez, J.M. y Sanmartí, N. (2011). *Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas en España (ENCIENDE)*. Madrid: COSCE.
- Escobar, T. y Vílchez J. (2006). *Uso del laboratorio escolar en educación primaria: la visión de los estudiantes de magisterio durante el prácticum*. XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Educación Científica: Tecnologías de la Información y la Comunicación y Sostenibilidad. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- Escobar, T. y Vílchez J. (2009). *Percepción de estudiantes de magisterio sobre clases reales de ciencias en centros escolares de Irlanda*. Enseñanza de las Ciencias, número extra (2009): VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 2221-2224.
- Osborne, J. y Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. Nuffield Foundation.
- Pro, A. y Nortes, R. (2013). *Algunos datos de la historia académica de nuestros maestros en el ámbito de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Enseñanza de las Ciencias, número extra (2013): IX congreso internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 1007-1017.

Agradecimiento. Este trabajo forma parte del trabajo de investigación "Adquirir competencias profesionales para enseñar competencias básicas: investigando sobre la formación inicial de maestros para enseñar ciencias en la educación primaria." (EDU2012-33210), financiado por el Programa Nacional de Proyectos de Investigación Fundamental en el marco del VI Programa Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011, Subprograma de Proyectos de Investigación Fundamental no Orientada.

Con qué evalúan los estudiantes de Magisterio en formación

López-Lozano, L., Solís, E.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla.

lidialopez@us.es

RESUMEN

Presentamos en este trabajo los instrumentos de evaluación propuestos por estudiantes de 2º curso del Grado de Educación Primaria mientras cursaban la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Universidad de Sevilla. El desarrollo del curso se ha realizado a partir de una propuesta de enseñanza de las ciencias por investigación escolar, diseñada en el seno de un Proyecto de I+D+i¹. A partir del análisis del contenido de las tres propuestas de enseñanza que los estudiantes elaboran a lo largo del curso, resulta: 1) un replanteamiento de la propuesta inicial. 2) diversificación de instrumentos. 3) escaso uso de instrumentos de evaluación para favorecer la autonomía del estudiante.

Palabras clave

Formación inicial del profesorado. Instrumentos de evaluación. Didáctica de las Ciencias.

INTRODUCCIÓN

Para este trabajo hemos puesto el foco en las propuestas de evaluación, concretamente, en los instrumentos utilizados para evaluar un contenido de Ciencias en Primaria, desde la perspectiva de la investigación escolar, donde se trabajan problemas curriculares relevantes (contenido, metodología, evaluación,...) y en el que se propone la interacción con prácticas docentes innovadoras (Azcárate, Hamed y Martín del Pozo, 2013).

Desde la perspectiva de la enseñanza de las ciencias por investigación la evaluación, como ámbito curricular, debe representar una interacción dinámica entre la enseñanza y el aprendizaje (Buck, Trauth-Nare, y Kaftan, 2010; Harlen, 2013; Wang, Kao, y Lin, 2010). En relación a esto, Alcalá (2002, p.182) expresa “la evaluación se ha mostrado siempre como uno de los aspectos más polémicos de la enseñanza (...), no sólo por las connotaciones ideológicas que, ineludiblemente conlleva, sino también por las dificultades de convenir qué aspectos evaluar y cómo hacerlo”. Probablemente el cómo sea una de las cuestiones que más inquieta al profesorado, tanto en activo como en formación. Existe un amplio abanico de instrumentos de evaluación, que se deben elegir considerando diversos aspectos: el tipo de información que proporcionan, cuando dispondremos de ella, la finalidad de la evaluación, qué evaluamos, si es al alumnado, a su aprendizaje (de contenido conceptual, procedimental y actitudinal) y modos de aprender, o si también queremos valorar la metodología o la actuación docente.

Según diversos estudios (Álvarez, 2009; Brookhart, 2009) el examen se posiciona como

¹ Proyecto I+D+i EDU2011-23551: La progresión del conocimiento didáctico de los futuros maestros en un curso basado en la investigación y en la interacción con una enseñanza innovadora de las ciencias (financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, hoy de Economía y Competitividad).

el instrumento fundamental por diferentes motivos. Y decimos fundamental porque en el caso de compartir espacio con otros métodos, es la calificación obtenida en el examen la que, finalmente, determinará la evaluación del alumnado (Álvarez, 2000, 2009). Giné y Parcerisa (2000, p.14) lo definen como “una prueba escrita que la alumna o alumno superará mejor o peor en función de la suerte y, sobre todo, de su capacidad para esconder lo que no sabe y resaltar lo que sabe”. Por otro lado, de acuerdo con Clark (2010, p. 9) el potencial formativo de los exámenes “se pasa por alto en gran medida”.

En la enseñanza por investigación, cobra importancia el proceso de construcción del aprendizaje del estudiante. Por tanto, la evaluación debe estar dotada de diversos métodos de evaluación que favorezca que, tanto profesorado como alumnado tengan evidencias del estado actual y de la evolución del aprendizaje. Para Buck et al., (2010) una evaluación formativa debe ser *reflexiva* y *relacional* referida a la continua comunicación que se debe establecer entre el profesor y el alumnado durante todo el proceso educativo.

El cambio, pues, pensamos que no reside tanto en cambiar los métodos o instrumentos de evaluación que se utilizan sino más bien en cambiar la filosofía subyacente.

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Contexto y participantes

Dentro del Proyecto se elabora un recurso formativo en forma de *Cuaderno de trabajo* (Rivero et al, 2012) apropiado para enseñar a enseñar ciencias a los estudiantes de Magisterio de Educación Primaria. La investigación se desarrolló durante el curso 2012-13 en cinco clases correspondientes al 2º curso del Grado de Primaria en la asignatura anual Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Universidad de Sevilla. Para este trabajo presentamos los datos de la primera clase analizada (López-Lozano y Solís, 2016). Se trata de un grupo de 73 estudiantes cuya media de edad está en los 20 años, aunque el rango va desde los 18 a los 36 años. La mayoría de los estudiantes son mujeres, representando el 68,8% de la clase y, todos cursaban por primera vez esta asignatura. Se agruparon en 18 equipos de trabajo de entre 3-5 miembros cada uno, ya que el recurso formativo está pensado para trabajar desde el inicio con las ideas y experiencias de los futuros maestros y hacerlo en equipo. Mediante un proceso de contraste con documentos de apoyo, declaraciones y prácticas reales de maestros cuando hacen investigación escolar en sus clases, buscamos mejorar esos planteamientos iniciales. Se les plantea elaborar una propuesta para enseñar a alumnos/as de primaria un contenido del área de Conocimiento del Medio – Ciencias de la Naturaleza, siguiendo la siguiente secuencia:

Inicialmente, cada equipo de trabajo selecciona libremente un contenido del currículo de Primaria para elaborar su primer diseño (DS1) a partir de sus conocimientos y experiencias. Una vez elaborada se trata de caracterizar cada elemento curricular (finalidades, contenido, ideas de los alumnos, metodología y evaluación) mediante un guion que permita analizar la propuesta realizada.

Posteriormente, se trabajan cada uno de los ámbitos curriculares mencionados mediante actividades de contraste a través de documentos (escritos y audiovisuales) de distinta naturaleza. Estas actividades desembocan en la cumplimentación de un guion de reflexión sobre cada elemento curricular que se está trabajando e ir señalando las posibles modificaciones de su diseño. En la Figura 1 se muestra el correspondiente a la evaluación (Rivero et al, 2012). Llegados a este punto, deben elaborar su segunda propuesta de enseñanza (DS2), recogiendo las modificaciones que se hayan ido proponiendo.

1. La evaluación es concebida de manera muy diferente por los maestros. Para intentar profundizar y aclarar vuestra posición, os proponemos organizar las palabras de la siguiente lista en la tabla que presentamos a continuación.

verificar, valorar, medir, sancionar, conocer, calificar, seleccionar, corregir, mejorar, comprender, ayudar, deliberar, sancionar, reformular, experimentar, dialogar, indagar, argumentar, discriminar.

Muy relacionada con evaluación	Poco o dudosamente relacionada	Nada relacionada con la evaluación
Palabras:	Palabras:	Palabras:

Con las palabras que habéis colocado en la columna de la izquierda y aquellas otras que necesitéis, elaborad un párrafo que exprese que es para vosotros la evaluación y para qué es necesaria.

2. Como hemos visto, son muchos los aspectos que pueden ser objeto de la evaluación y muy distintos los que se priorizan en distintos modelos (desde únicamente el aprendizaje factual y final de los alumnos, hasta la evaluación continua de todo el proceso de enseñanza y aprendizaje). En vuestra opinión, ¿cuáles son los aspectos que es imprescindible evaluar en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y en qué momentos del proceso hay que hacerlo?

3. Haced una propuesta de los medios e instrumentos que nos pueden ayudar a hacer una evaluación adecuada de cada una de los aspectos que habéis señalado anteriormente. Organizarlos de la manera que os parezca más útil.

4. Señalar 3 ideas clave sobre la evaluación.

5. Teniendo en cuenta lo que habéis contestado hasta ahora ¿queréis realizar cambios en vuestra propuesta inicial de contenidos? ¿De qué tipo?

Figura 1. Guion de reflexión para el caso de la evaluación

En tercer lugar trata de visualizar cómo en la práctica real se lleva a cabo una enseñanza de las ciencias basada en la investigación escolar, debatir sobre ello, realizar un guion de reflexión y realizar una tercera versión de la propuesta (DS3). Para ello se utilizan videos obtenidos en un proyecto de innovación educativa² realizado en un curso anterior (Rodríguez et al., 2012). Finalmente, se comparan las versiones elaboradas y se valora todo el proceso llevado a cabo.

El instrumento

Nuestro instrumento principal para la obtención de los datos son los diseños escritos que los estudiantes elaboraron sobre la evaluación durante el desarrollo del curso (DS1, DS2 y DS3). Nos apoyamos en su doble uso: por un lado, como herramienta formativa y, por otro, como valiosas fuentes de información tanto del conocimiento del futuro profesorado como del cambio que experimentan sus propuestas evaluativas a lo largo del proceso (Solís et al., 2012). Lo que significa que analizamos un total de 52 informes, ya que dos equipos solo entregaron dos de los tres diseños.

METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para el estudio de los documentos elaborados por los estudiantes se ha utilizado una metodología cualitativa de carácter interpretativo, basándonos en las técnicas de análisis de contenido (Bardin, 1986). Para ello identificamos unidades de información que revelaran un instrumento de evaluación y su codificación posterior. Para facilitar el tratamiento de los datos nos apoyamos en el software de análisis cualitativo Atlas.ti, versión 6.2.

RESULTADOS

La propuesta de instrumentos de evaluación en los diseños ha sido muy variada, de hecho se han identificado 23 instrumentos diferentes que exponemos en la Tabla 1, de un total

² Proyecto de Innovación Educativa US 2010-2011: Elaboración de recursos audiovisuales para la formación del profesorado.

de 174 UI que se codificaron con el único propósito de identificar el tipo de instrumento propuesto. En el listado, se han agrupado los distintos tipos de instrumentos de evaluación según la frecuencia de aparición (nº de citas). Además, se indican los equipos que los proponen en los diferentes diseños.

Instrumentos (N = 23)	DS1 (Equipos)	DS2 (Equipos)	DS3 (Equipos)	Nº citas
EXAMEN	2 9 15 17 18 N=5	1 3 4 5 6 8 9 10 12 13 14 15 16 19 18 N=15	1 3 4 8 9 10 12 13 14 15 16 19 18 N=13	36
ACTIVIDADES	17	2 9 12 13 14 16 17 18 19 N=9	2 9 10 12 13 14 16 17 18 19 N=10	20
OBSERVACIÓN	9	3 5 8 9 13 15 16 17 19 N=9	3 8 9 10 13 15 16 19 N=8	18
CUADERNO	17	1 10 14 15 16 17 3 5 8 N=9	1 10 14 15 16 17 3 N=7	17
Diario del profesor	-	1 6 7 13 17 N=5	1 6 7 13 18 N=5	10-13
Herramientas de Autoevaluación	-	14 17 16 8 N=4	10 13 14 17 16 8 N=6	
Trabajos (murales, proyectos,...)	9	9 13 17 2 3 5 7 N=7	9 13 2 3 7 N=5	
Fichas del alumno	-	1 19 4 N=3	1 19 4 8 N=4	7-8
Diario de clase	-	6 14 15 16 N=4	7 14 15 16 18 N=4	
Parrillas de criterios de evaluación	-	8	2 8 18 N=3	5-6
Preguntas (orales, escritas)	9	10 16	10 16	
Puesta en común de ideas	9	9	4 9 18 N=3	
Herramientas de Coevaluación	-	17	10 13 17	3-4
Informe de aula	-	10 8	10	
Ficha para evaluar actuación docente	-	9 8	9 8	
Exposición oral	-	9 17	9 3	
Portafolio	-	1	1 8	
Escalas (de intensidad, de ordenación, evaluación y de Guttman)	-	6	6	1-2
Entrevista	-	6	-	
Lista control	-	6	6	
Registro de asistencia	-	4	4	
Diario del alumno	-	7	7	
Cuaderno colectivo de clase	-	14	14	

Tabla 1. Instrumentos de evaluación propuestos por los equipos en los diseños.

Al inicio (DS1), 13 equipos no incluyen la evaluación en su propuesta de enseñanza, de ahí la escasa información acerca de cómo evaluar. Los que lo hacen (5), proponen el examen: 3 de ellos de manera exclusiva. Los otros dos, además, proponen evaluar las actividades y el cuaderno del alumno/a, uno (E17), y, el otro equipo (E9), hace una puesta en común para, inicialmente, evaluar las ideas iniciales de sus estudiantes, más un examen inicial, luego, refiriéndose a llevar a cabo una evaluación continua dicen *“se pretende tener a los alumnos siempre inmersos en el tema haciendo preguntas continuamente sobre el tema que estamos trabajando y a través sobre todo de la observación, (...) Es este un buen momento para examinar también los contenidos actitudinales de nuestro proyecto a través también de la observación de los comportamientos tomados por los alumnos”*, para acabar con un trabajo grupal y el examen final.

Tras la segunda parte del curso formativo, todos los equipos se plantearon una propuesta evaluativa en sus diseños (DS2) e indicaron cómo evaluar, resultando la variedad de instrumentos que muestra la Tabla 1. Sin embargo, no hay diferencias sustanciales entre este y el último diseño (DS3) en cuanto a nuevas propuestas de instrumentos o un mayor grado de desarrollo de los mismos.

Según el listado de la Tabla 1, los instrumentos más utilizados para evaluar Ciencias en Primaria son los exámenes, junto a las actividades realizadas por el alumnado, la observación por parte del profesor y la revisión/corrección del cuaderno del estudiante. A partir del DS2, además, otros instrumentos de evaluación que permitan abordar la autoevaluación, las fichas de los alumnos, los trabajos y elaborar un diario del profesor van siendo propuestas frecuentes. Por otro lado, a pesar de su escasa presencia, es importante destacar la consideración de instrumentos más sofisticados como pueden ser las distintas escalas de evaluación, el portafolio, llevar a cabo entrevistas al alumnado o herramientas para proceder a una coevaluación.

A pesar de la variedad, la mayoría están propuestos para dar información al docente acerca del trabajo, del comportamiento y del rendimiento intelectual del estudiante, incluso las pruebas de auto y coevaluación. Sobre estas últimas, apuntar que la autoevaluación es más frecuente que la coevaluación que solo es propuesta, al finalizar, por 3 equipos. Curiosamente, estos instrumentos dan información esencialmente al profesor y suelen centrarse en comportamientos más que en modos de aprendizaje y son planteadas finalizando la secuencia didáctica. Léase un ejemplo propuesto de **autoevaluación**: *“Otro de los instrumentos que utilizaremos para realizar la evaluación es una Ficha de Autoevaluación de los alumnos en relación a la actitud, y una Evaluación de la Actuación del profesor y los métodos utilizados, que pasaremos a los niños en la penúltima sesión. Ambos documentos los adjuntamos a continuación, y son utilizados en nuestro proyecto para conocer la opinión de los niños sobre el trabajo que han realizado ellos mismos, tanto en grupo como individualmente, y el que ha realizado el profesor (...). Ficha de autoevaluación:*

FICHA DE AUTOEVALUACIÓN	
NOMBRE: _____	
1. ¿He escuchado a mis compañeros? 2. ¿Hemos decidido entre todos? 3. ¿He explicado las cosas a mi equipo cuando no las sabían y yo sí? 4. ¿He hablado yo? 5. ¿Me he llevado bien con mi equipo? 6. ¿He aprendido cosas de mi equipo? 7. ¿He colaborado con mi equipo siempre que hacía falta? 8. ¿He hecho las actividades “despacito y con buena letra”? 9. ¿Nos lo hemos pasado bien? 10. ¿Me ha gustado trabajar así?” E8. DS3	

En relación a los **exámenes**, advertimos que suelen ser finalistas, fuertemente enfocados a examinar contenido conceptual (aunque en este nivel educativo también resaltan el uso

correcto del vocabulario y la ortografía), conformado por preguntas cerradas y poco contextualizadas. Por evidentes motivos de espacio no mostramos ningún ejemplo, pero apuntamos que la mayoría de los equipos ha plasmado el examen que llevaría a cabo.

El papel de las **actividades** en la evaluación es un modo de evaluar “continuamente”, al igual que la revisión de los cuadernos, ya que dan información de “cómo va el alumno”, si hace o no los ejercicios, si son acertados o no, la presentación de los mismo, y suelen ser de aplicación conceptual de lo explicado/trabajado durante la lección. Aunque alguno también habla de modo de detectar posibles dificultades de aprendizaje. Este equipo, E8.DS3, cita: *“se realizaría una serie de actividades escritas y de manera oral, para evaluar si entendieron todos los conceptos, tras ver los resultados de dichas actividades el profesor mandaría actividades de refuerzo a los alumnos.”* Se usan para hacer ejercicios de auto y coevaluación, corrigiéndose las actividades entre ellos o así mismos, E13.DS3: *“unos días será una autoevaluación, el estudiante se corregirá sus propias actividades, y otros días será una coevaluación, la que consistirá en la corrección de actividades entre los propios compañeros. Estas actividades se realizarán procesualmente, lo que supone una continua valoración de los resultados de aprendizaje. Para una corrección autónoma y entre compañeros, el docente ha de enseñar una serie de criterios de evaluación para que sean conscientes de los ejercicios que están bien o que están mal.”* De nuevo, una auto y coevaluación distorsionadas.

La elaboración de **diarios** es más considerada como herramienta del y para el docente (6 equipos) para apuntar sus observaciones, incidiendo en las actitudes relevantes que se dan en clase y, también, sobre los resultados de su metodología de enseñanza. La otra opción es elaborar un diario de clase (4 equipos) en el que participen no solo el docente sino también los colegiales. Siendo clase de ciencias, este equipo (E15.DS3) lo propone así: *“A partir de estos experimentos se realizará el trabajo a entregar que consistirá en realizar de forma individual o grupal un pequeño diario de lo aplicado en los diferentes experimentos llevados a cabo en el laboratorio y en casa, pasos a seguir, materiales necesarios, conceptos teóricos que se necesitan y conclusiones sobre el experimento. Este trabajo nos servirá para evaluar y reforzar contenidos conceptuales y actitudinales. En cambio, solo un equipo apuesta, además, por un diario del alumno como instrumento de evaluación, E7: “También pediremos a los alumnos que entreguen al final del proceso un diario individual, que incluya lo que han realizado en cada sesión, sus aportaciones, inquietudes, lo que han aprendido y la forma en la que han ido elaborando el proyecto final, la construcción de su propio invento.”*

Siete equipos en algún momento plantean evaluar a los estudiantes a través de los **trabajos** realizados, suelen ser maquetas, experimentos o proyectos de investigación relacionados con el contenido del tema. Se evalúan procedimientos y los conocimientos adquiridos a lo largo del tema.

Las **fichas del alumno** se convierten en herramienta de control, recogen básicamente las notas sobre trabajo, actitud y nota del examen de cada estudiante: *“Por otro lado, estableceremos un control sobre la participación del alumnado (a nivel individual, grupal y cooperativo entre iguales) y sobre quién realiza las actividades correctamente. Este control se anotará en las fichas del alumno”* E1.DS3.

Aunque solo es un equipo (E14), nos parece interesante, por lo revelador de la cita, mostrar lo que se propone como **cuaderno colectivo de clase** como herramienta de evaluación. Léase: *Entre todos los alumnos crearán un cuaderno colectivo de clase, que integrará las tareas y resúmenes diarios. Cada día tiene que realizar todas las tareas de la clase un alumno o alumna diferente, normalmente por orden, de modo que todos*

participarán. El alumno que ese día tiene el cuaderno de clase, señala la fecha y su nombre, para que conste quién lo hizo y tiene que hacer todos los ejercicios y tareas, no en su propio cuaderno, sino en el de clase. De esta forma tendrá que esmerarse un poco más en su presentación. Las ventajas que esto presenta para los alumnos, es que es una actividad en la que casi todos ponen más interés en la presentación y en la ejecución de las tareas, pues todos tenemos ese deseo de causar buena impresión y esta es una pequeña oportunidad para hacerlo. Normalmente los niños mejoran ese día su letra, presentación... Para el profesor es una forma de mantener un resumen de clase y de disponer, al terminar el curso, de un banco de recursos y de actividades perfectamente ordenado y presentado. Es como un recordatorio del curso y de la asignatura. Al terminar cada tema, todos los alumnos tienen acceso a él. Finalmente, es “colectivo” porque en él escriben todos en algún momento, es una recopilación, pero no se elabora de manera colectiva y mucho menos cooperativa, por lo que proporciona la misma información y al mismo sujeto (docente) que revisando los cuadernos de los estudiantes.

Para finalizar, dos equipos (E9 y E8) se plantean diseñar ciertas fichas para que los alumnos puedan evaluar algunos aspectos de su actuación profesional. Por ejemplo: *“Ahora es momento de evaluar nuestra labor y el proceso. Para esto, pediremos a los alumnos una redacción o reflexión sobre esta nueva forma de aprender (...): Ahora os toca ser profesores a vosotros. Debes hacer una reflexión sobre todo lo que hemos aprendido en la última semana y sobre cómo lo hemos aprendido. Puedes hacerlo libremente o seguir un guion que responda a las preguntas: ¿qué has aprendido?, ¿cómo lo has aprendido?, ¿qué te ha parecido esta forma de aprender? y ¿es novedosa o se realiza más veces? (si es novedosa, comentar si es positivo o negativo).”* E9.DS2.

CONCLUSIONES

Podemos concluir que el examen sigue siendo la opción más mayoritaria a la hora de diseñar una propuesta de evaluación. Aunque, finalmente, todos los equipos han diversificado los instrumentos de evaluación. La poca familiaridad, o incluso el desconocimiento sobre otras técnicas podrían estar detrás de la poca presencia de otros métodos como el portafolio, la entrevista o las procedimientos de coevaluación, ya que, no olvidemos que estos datos se obtienen de propuestas de enseñanza, que lleva implícito que lo propuesto sea con lo que más cómodos y seguro se sienten en relación al cómo evaluar, no solo una enumeración de lo que conocen. Por otro lado, no siempre se hace un uso apropiado del instrumento en cuestión. Por ejemplo, el caso de la autoevaluación. Esta es dirigida al profesor o como simple herramienta final para expresar opinión. Nombran la coevaluación, pero no se ha planteado ni un instrumento de coevaluación (sí ocurre en el caso de otros más “familiares” como exámenes, fichas y parrillas de criterios evaluativos) y esta consiste, normalmente, en que los grupos van a dar su opinión sobre los trabajos que se expongan, o que van a corregir las actividades de otros de manera puntual, pero no se ha propuesto cómo se recoge esa información o qué finalidad persigue.

En general, detrás de las explicaciones de las propuestas evaluativas subyace la falta de consideración del estudiante, en esta etapa educativa, como verdadero agente evaluador de su propio aprendizaje. En relación a esto, Sanmartí (2012, p.108) apunta, “a veces, un buen instrumento de evaluación no lo es tanto porque los alumnos “rutinizan” su uso y no son medios para regular su propio conocimiento y sus maneras de hacer.”

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, J. M. (2009). La evaluación en la práctica de aula. Estudio de campo. *Revista de Educación*, 350, 351-374.
- Álvarez, J.M. (2000). *Evaluar para conocer, examinar para excluir*. Madrid: Morata.
- Azcárate, P., Hamed, S., y Martín del Pozo, R. (2013). Recurso formativo para aprender a enseñar ciencias por investigación escolar. *Investigación en la Escuela*, 80, 49-66.
- Bardin, L. (1986). *El análisis de contenido*. Madrid: Akal.
- Brookhart, S. (2009). Assessment and Examinations. In L.J. Saha, A.G. Dworkin (Eds.), *International Handbook of Research on Teachers and Teaching*, (pp. 723-738). New York: Springer International Handbooks of Education.
- Buck, G. A., Trauth-Nare, A., y Kaftan, J. (2010). Making formative assessment discernable to pre-service teachers of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 402-421.
- Clark, I. (2010). The development of 'Project 1': Formative assessment strategies in UK schools, *Current Issues in Education*, 13(3), 1-34.
- Giné, N, y Parcerisa, A. (2000). *Evaluación en la educación secundaria. Elementos para la reflexión y recursos para la práctica*. Barcelona: Editorial Graó.
- Harlen, W. (2013). *Assessment and Inquiry-Based Science Education: Issues in Policy and Practice*. Trieste, Italy: Global Network of Science Academies.
- López-Lozano, L. y Solís, E. (2016). ¿Para qué, cómo y qué evalúa en ciencia el profesorado de Primaria en formación? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 102-120.
- Rivero, A., Porlán, R.; Solís, E.; Rodríguez, F.; Hamed, S.; Martín del Pozo, R.; Ezquerro, A. y Azcárate, P. (2012). *Aprender a enseñar ciencias en primaria. Actividades de formación inicial de maestros para aprender a enseñar ciencias por investigación escolar*. Sevilla: Copiarte.
- Rodríguez, F., Ezquerro, A., Rivero, A., Porlán, R., Azcárate, P., Martín del Pozo, R. y Solís, E. (2012). El uso didáctico del vídeo para aprender a enseñar ciencias. En J.M. Domínguez Castiñeiras (Ed.), *Actas XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp.741-746). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela
- Sanmartí, N. (2012). *Evaluar para aprender. 10 Ideas claves*. Barcelona: Editorial Graó.
- Solís, E., Porlán, R., y Rivero, A. (2012). ¿Cómo representar el Conocimiento Curricular de los profesores de Ciencias y su evolución? *Enseñanza de las Ciencias*, 30(3), 9-30.
- Wang, J.-R., Kao, H.-L., y Lin, S.-W. (2010). Pre-service teachers' initial conceptions about assessment of science learning: The coherence with their views of learning science. *Teaching and Teacher Education*, 26(3), 522-529.

¿Cuál es el modelo docente de los estudiantes de magisterio cuando desempeñan el rol de maestros?

Lucha, P.,¹ Bravo-Torija, B.,¹ Forcadell, L.,² Ferrer, L. M.¹

¹*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza*

¹*Departamento de Ciencias de la Educación. Universidad de Zaragoza*

plucha@unizar.es

RESUMEN

Las asignaturas de didáctica de las ciencias que se imparten en el grado de magisterio de Primaria de la Universidad de Zaragoza persiguen formar a los futuros maestros en el modelo de enseñanza por indagación. Diversos autores señalan que esta metodología de enseñanza favorece, además del aprendizaje de conceptos y la construcción de modelos, la adquisición de diversas destrezas científicas, una mejor comprensión del proceso de creación del conocimiento científico y mayor funcionalidad de los aprendizajes. Sin embargo... ¿Son realmente indagadores los estudiantes de magisterio cuando diseñan e implementan secuencias de actividades de ciencias durante sus prácticas escolares de cuarto curso o en sus trabajos de fin de grado? Según los resultados presentados en este trabajo, entre estos estudiantes predomina un modelo docente basado en la transmisión de conocimientos elaborados. Sin embargo, también se identifican maestros “indagadores” y otros que, aun no siéndolo, se muestran indagadores en alguno de los aspectos considerados para caracterizar el modelo docente de los estudiantes.

Palabras clave

Indagación, transmisión, descubrimiento, prácticas escolares, trabajos fin de grado, estudiantes de magisterio

INTRODUCCIÓN

Varios estudios internacionales (OECD, 2010) muestran que ciertas competencias básicas relacionadas con la educación científica no se encuentran suficientemente extendidas entre la población escolar. Para tratar de paliar este problema, algunos organismos con competencias educativas como el National Research Council (2006) proponen cambiar el modo de enseñanza de las ciencias, desde una enseñanza centrada en la memorización de hechos y conocimientos ya elaborados, hacia una enseñanza que promueva comprender cómo es construido y validado el conocimiento científico. Uno de los modelos propuesto para conseguirlo es el de "Enseñanza por Indagación" (Abd-el Khalik *et al.*, 2004). Diferentes autores tienen concepciones ligeramente diferentes sobre su significado. Sin embargo, en general, todos coinciden en que se trata de una metodología de enseñanza de la Ciencia inspirada en la filosofía de aprendizaje constructivista y que incluye la realización de actividades manipulativas que motivan e implican a los alumnos en el proceso de aprendizaje (Minner *et al.*, 2010).

Este es el modelo de enseñanza de referencia para el diseño de la asignatura “Didáctica del Medio Biológico y Geológico” que se imparte en 3º curso del grado de Magisterio de

Educación Primaria en la Universidad de Zaragoza. Así, la presentación de las principales ideas de este modelo a los estudiantes de magisterio, está acompañada de la realización de actividades que permiten el desarrollo de destrezas experimentales (por ejemplo, con la observación de microorganismos de agua dulce al microscopio o con el uso de balanzas para diferentes propósitos) y cognitivo-lingüísticas (por ejemplo, argumentando a favor o en contra de ideas basadas en modelos científicos, publicadas en noticias de prensa (*Fracking*, estrategias a aplicar para mitigar inundaciones...)). Además, durante el desarrollo de la asignatura se demanda a los alumnos la realización de pequeñas "indagaciones" para responder a preguntas de investigación tales como: ¿Que necesitan las semillas para germinar?, ¿Por qué cambia la longitud de la sombra proyectada por los objetos, durante el cuatrimestre? ó ¿Cuáles son las causas del cambio en el paisaje entre los términos municipales de Riglos y La Peña?

De este modo, muchos de los estudiantes de Magisterio de Primaria que deciden diseñar y llevar a cabo unidades didácticas relacionadas con aspectos físico-químicos o biológico-geológicos durante sus prácticas escolares de 4º curso o como parte de sus trabajos de fin de grado, tratan de aplicar el modelo de enseñanza de las ciencias por indagación a sus clases, pero... ¿son realmente indagadores estos estudiantes?

El objetivo del proyecto en el que se enmarca esta comunicación es: caracterizar el modelo docente de los estudiantes de magisterio cuando desempeñan el rol de profesores diseñando y a veces implementando, unidades didácticas de ciencias durante sus prácticas escolares de 4º curso y trabajos de fin de grado. En este trabajo se muestran los resultados preliminares obtenidos con un grupo reducido de 6 estudiantes, durante la fase de diseño.

MARCO TEÓRICO

¿Qué entendemos por modelo docente y que categorías de modelos docentes consideramos?

Entendemos por modelo docente al conjunto de decisiones y secuencia de acciones que condicionan el diseño de una clase y la forma de llevarla a cabo. En última instancia, el modelo docente depende de la epistemología del profesorado y de las limitaciones que operan desde el exterior del sistema didáctico (Joshua y Dupin, 1993). Cuando hablamos de la epistemología del profesorado nos referimos a cómo concibe el profesor el saber que forma parte de la asignatura que imparte y a cómo concibe el proceso de enseñanza de ese saber. Por lo tanto, la epistemología del profesor (y el modelo docente) van a depender de cómo entiende el profesor los contenidos científicos que aparecen en el currículo (y que estará condicionado por su formación básica) y de su conocimiento acerca de los aspectos didácticos que favorecen el aprendizaje de las ciencias. Entre los factores externos que condicionan el quehacer docente se encuentran: (a) la existencia de un sistema de enseñanza que se concreta en un programa y un horario (b) la presión social que se ejerce desde diversas instituciones (familia, asociaciones de padres, etc.) o (c) los recursos disponibles (Anderson, 1996).

Diferentes autores agrupan la diversidad de modelos docentes distintos que se pueden dar, en unas pocas categorías (Joyce y Well, 1985). En este trabajo hemos considerado las categorías propuestas por Gil (1983) y que son: (a) modelo de transmisión (verbal) de conocimientos ya elaborados, (b) modelo de descubrimiento inductivo y autónomo y (c) modelo acorde con el proceso de producción científica o de investigación dirigida, que se correspondería con el modelo de indagación descrito anteriormente.

Para sistematizar las características de cada una de estas tres categorías, nos hemos fijado, dentro de cada modelo docente, en los siguientes aspectos o subcategorías: papel del profesor, papel del alumno, papel del saber y epistemología del profesor.

Así, según los profesores que comparten el “modelo de transmisión (verbal) de conocimientos ya elaborados”, para que los alumnos aprendan, el profesor debe de tener claros los conceptos y debe organizarlos y exponerlos correctamente. El papel del alumno consiste en escuchar al profesor, tomar notas y ser capaz de reproducir los contenidos transmitidos en clase. Si el estudiante fracasa se debe fundamentalmente a deficiencias intrínsecas de nivel, de capacidad cognitiva... La finalidad de las actividades prácticas es ilustrar los conceptos e ideas transmitidos en las clases de teoría y quedan reducidas a simples manipulaciones (Gil, 1983). Los docentes que llevan a cabo este modelo conciben la ciencia como un cuerpo de conocimientos limitados y verdaderos generados por individuos aislados y que la mente del alumno es una página en blanco en la que se inscriben los contenidos transmitidos.

Por otro lado, el “modelo de descubrimiento inductivo y autónomo” se caracteriza porque se le concede mayor importancia a los procedimientos de la ciencia que a los conceptos científicos. El papel del profesor consiste en diseñar preguntas de investigación abiertas y disponer de los recursos materiales necesarios y el del alumno en investigar para responderlas. Los docentes que llevan a cabo este modelo rechazan el aprendizaje receptivo de contenidos y enfatizan la participación activa de los alumnos en el aprendizaje, lo que los sitúa cerca de las tesis constructivistas. Por otro lado consideran que el conocimiento científico se construye mediante la inducción a partir de la base segura que proporciona la observación (Chalmers, 1982; Gil, 1983).

Finalmente, en el “modelo acorde con el proceso de producción científica o de investigación dirigida” el papel del niño en la clase de ciencias es equivalente al del investigador novel que se incorpora a un equipo de investigación (Gil, 1993). Las actividades que tiene que realizar el alumno son: observar y describir hechos y/o fenómenos conocidos, plantear dudas o problemas iniciales, formular hipótesis, diseñar estrategias de investigación, llevar a cabo la estrategia o estrategias seleccionadas, anotar resultados, poner en común la información, extraer conclusiones y reflexionar sobre lo aprendido y los cambios en el modelo mental sobre el objeto o fenómeno de estudio (Campanario y Moya, 1999; Cortés y de la Gandara, 2006). El papel del profesor consiste en: a) diseñar actividades que desencadenen un proceso de investigación, b) guiar a los alumnos cuando aflora un error conceptual, c) redirigir la investigación hacia el objeto original si ésta se desvía, d) disminuir el peso de los conceptos y e) proponer actividades de metacognición. Los docentes que llevan a cabo este modelo conciben la ciencia como una actividad teórica, además de práctica, y colectiva (Gil, 1983) y comparten las tesis constructivistas sobre el aprendizaje.

METODOLOGÍA

Herramientas de recogida y análisis de datos

En esta fase del proyecto, en la que nos centramos en analizar el modelo docente que emerge cuando los estudiantes de 4º curso de magisterio diseñan secuencias de actividades de ciencias, hemos utilizado como fuentes de información: (a) cuestionarios y (b) las memorias de prácticas escolares dónde se recogen las unidades didácticas diseñadas (y posteriormente implementadas) y memorias de trabajos de fin de grado que recogen secuencias de actividades de ciencias (implementadas unas veces y otras no). Los

aspectos por los que se ha preguntado a los alumnos en el cuestionario y sobre los que se ha centrado el análisis de las memorias son:

- Objetivos de aprendizaje de las actividades y de la secuencia
- Cuáles son los criterios e instrumentos de evaluación
- Que tiene que hacer el profesor en las actividades
- Qué tiene que hacer el alumno
- Cuáles son las fuentes de información consultadas para realizar el diseño de la secuencia de actividades
- Cuáles son los criterios tenidos en cuenta para seleccionar y secuenciar las actividades que forman la secuencia.

Con el objetivo de: (a) saber cuál de las tres categorías de modelos docentes consideradas, emerge con más frecuencia, (b) conocer si se deducen modelos docentes diferentes en función de las subcategorías o aspectos analizados (papel del profesor, papel del alumno...) y (c) (en el futuro) si, para un mismo estudiante, emergen modelos diferentes en las fases de diseño y de implementación de actividades, se ha elaborado la Tabla 1. La segunda columna de esta tabla muestra los indicadores más íntimamente relacionados, a nuestro juicio, con cada una de las 4 subcategorías consideradas.

Características de la muestra

En estos momentos se ha analizado el modelo docente de 6 estudiantes de 4º curso de Magisterio de Primaria, que han realizado la asignatura de 3º, “Didáctica del Medio Biológico y Geológico”, cuando desempeñan el rol de maestros de ciencias, diseñando, y en ocasiones implementando, secuencias de actividades: (a) en las prácticas escolares de 4º curso o (b) en los trabajos de fin de grado. Concretamente se ha realizado el seguimiento de 4 alumnos mientras realizaban sus trabajos de fin de grado y de 2 cuándo realizaban sus prácticas escolares. Los trabajos de fin de grado analizados recogen entre 7 y 18 actividades de aprendizaje de las ciencias por trabajo, correspondientes a temas y cursos diversos. Las actividades diseñadas únicamente fueron implementadas en uno de estos trabajos de fin de grado. Los 2 alumnos estudiados mientras realizaban sus prácticas escolares han diseñado e implementada dos secuencias de 3 y 7 sesiones de duración, adaptadas a 3º y 5º de Primaria, sobre la atmósfera y los ecosistemas, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se recogen y discuten los resultados obtenidos con respecto al modelo docente de estos 6 estudiantes, tras el análisis de cuestionarios y de sus memorias de prácticas escolares y trabajos de fin de grado.

Caracterización del modelo docente a través de la epistemología de los estudiantes de magisterio

Los resultados preliminares indican que, mayoritariamente, los estudiantes de magisterio se plantean como objetivos de aprendizaje, la adquisición, por parte de sus alumnos de Primaria, de conceptos elaborados. Así, los objetivos de aprendizaje de las actividades recogidas en el trabajo de fin de grado del alumno A3 incluyen los siguientes: “*Conocer las propiedades de las plantas medicinales, Saber que es una fruta o verdura de temporada, Conocer las frutas y verduras de temporada, Conocer la pirámide alimenticia, Conocer el ciclo de vida de las plantas, Conocer el nombre de las partes de*

las plantas, Conocer las funciones vitales de las plantas, Diferenciar entre animales vertebrados y animales invertebrados... ”

Por otro lado, la evaluación de los aprendizajes se realiza, en la mayor parte de los casos, mediante un examen en el que se demanda a los alumnos: escribir definiciones, rellenar huecos y decidir si una afirmación es verdadera o falsa.

Estos datos apuntan hacia una predominancia del modelo de “transmisión de conocimientos elaborados” para estos dos indicadores (Tabla 1). Sin embargo, hay indicios para pensar que los factores externos al alumno juegan un papel esencial en dicho predominio. Así, en la memoria de prácticas escolares, el alumno A2 recoge: *“La profesora me advirtió que el examen que puse era difícil, lo modifiqué y me dijo que alguna pregunta estaba bien que fuese de razonar, pero la mayoría debían de ser, acordes a la edad (3º de primaria), de unir términos, rodear, verdadero o falso y de redactar dos o tres líneas a lo sumo si es un exigible memorístico, que no les exigiese tanta capacidad de razonamiento y deducción”*.

Sin embargo una minoría de alumnos se muestran más indagadores en este aspecto o subcategoría. Así el estudiante A5 recoge como indicadores de logro de aprendizaje, para una de las actividades diseñadas e implementadas los siguientes: *“(el alumno) Es capaz de formular hipótesis en base a los conocimientos que ya tiene; Describe sus semillas germinadas con criterio y de forma detallada; Se esfuerza y muestra interés por realizar una descripción minuciosa y objetiva.”*

Caracterización del modelo docente a través del papel que, según los estudiantes de magisterio, juega el saber en el proceso de enseñanza aprendizaje.

En general se encuentra muy extendida entre los estudiantes de magisterio la “creencia” de que las actividades experimentales sirven para ilustrar los conceptos “trabajados” previamente en teoría. Así, el alumno A1, al ser preguntado por la finalidad de una actividad realizada en el huerto escolar, responde: *“sintetizar y aplicar en el huerto lo aprendido en clase. Diferenciar entre componente vivo e inerte, ecosistema natural o artificial, acuático o terrestre, que animales podemos encontrar según en qué plantas y relaciones que se establecen entre los distintos animales y entre ellos mismos”*

Por su parte, el estudiante A3, expresa los siguientes comentarios respecto a distintas actividades recogidas en su memoria de trabajo de fin de grado: *“Esta actividad complementa a la unidad didáctica ya que se trabajan los contenidos teóricos de forma experimental”*; *“Con esta actividad también tenemos que conseguir que los alumnos afiancen poniendo en práctica los conocimientos teóricos adquiridos en el tema”*; *“A través del huerto escolar los alumnos aprenden de forma experimental porque es muy importante corroborar con nuestros propios ojos lo que está escrito en el libro”*; *“Además con esta actividad pretendemos que se afiancen los contenidos teóricos del tema”*.

Finalmente, el alumno A4, al describir las líneas procedimentales de las actividades prácticas recogidas en su trabajo de fin de grado indica: *“Hay que reseñar que el profesor siempre intenta que sean los alumnos quienes realicen las prácticas personalmente, aunque como ya hemos dicho, esto no es siempre viable por complejidad, dificultad, falta de material o porque supondría una pérdida de tiempo cuando se trata de una simple demostración rápida”*.

Curiosamente incluso alumnos “indagadores” como A5 que declaran: *“La experiencia, la intuición y lo que he aprendido en los años de carrera me han llevado a la certeza de*

que a través de la práctica, la experimentación y las actividades manipulativas se producen aprendizajes más significativos que los que se consiguen en muchos casos con métodos convencionales (refiriéndome con “convencionales” a los aprendizajes llevados a cabo únicamente con libros de texto y clases magistrales). Pienso que hay aprendizajes que requieren bases teóricas (las cuales no estoy menospreciando) (...)” “Pienso que el aprendizaje de las ciencias sería, (...), del tipo de aprendizajes que requiere de la experimentación, manipulación, observación y muchas otras destrezas para llegar a un nivel de significatividad adecuado”; también subrayan la importancia de que las experiencias conduzcan a la comprensión de ciertos conceptos previstos: “Pienso que, lejos de limitar a los alumnos a la hora de realizar actividades, hay que asegurarse lo máximo posible de que las cosas van a salir como está previsto”

También nos ha llamado la atención que apenas esté arraigada entre los estudiantes de magisterio la idea de que el conocimiento científico se genera por inducción a partir de la observación. Tan solo el estudiante A6 indica que: *“Es necesario resaltar que los aprendizajes provienen de lo observado en la salida, sin que el profesor lleve a cabo una exposición, sino siendo el propio alumno el que descifra los aprendizajes”*. Esto nos hace pensar que el “modelo de descubrimiento inductivo y autónomo” propuesto por Gil (1983) está poco vigente en la actualidad y que posiblemente el análisis del modelo docente de los estudiantes de magisterio podría haberse hecho sin tener en cuenta esta categoría.

Caracterización del modelo docente a través del papel que, según los estudiantes de magisterio, juega el alumno en el proceso de enseñanza aprendizaje.

También se encuentra muy extendida entre los estudiantes de magisterio la idea de que el papel del alumno consiste en escuchar al profesor y ser capaz de reproducir los contenidos transmitidos en clase: Así, al reflexionar sobre una de las actividades de la secuencia realizada, recogida en la memoria de prácticas, el alumno A1 escribe: *“La actividad (ejercicio dónde se preguntaba a los alumnos por los animales presentes en distintos ecosistemas) ha ido bien. Nadie me ha puesto que hay pingüinos en el Polo Norte pero si que en la selva hay leones”*. Por su parte, el estudiante A4 indica que el papel del alumno en una de las actividades recogidas en su trabajo de fin de grado es: *“observar con atención y tomar notas, además de identificar las maquinas simples que conozcan”*.

Sin embargo no todos los estudiantes se muestran próximos al modelo de transmisión en este aspecto. Algunos, como el alumno A5, se sitúan más próximos al modelo de “investigación dirigida” al recoger en su memoria de trabajo de fin de grado las siguientes observaciones y reflexiones:

“era frecuente que la duda que planteaba un alumno la supiera responder otro. Siempre que esto pasaba yo dejaba que dialogaran porque así salían ganando las dos partes, una porque le resolvían la duda y la otra porque ayudaba a resolverla (puesto que cuando se explica y verbaliza un aprendizaje, éste queda más consolidado)”.

“Me he dado cuenta de que los alumnos trabajan mejor entre iguales, y no sólo me refiero al trabajo en equipo. Hablo de sentir que lo que hacen está siendo visto por otros niños y niñas del colegio. Cuando diseñamos el pluviómetro y lo colocamos en el patio de recreo no suscitó gran atención, pero cuando se rompió la primera vez, todos sintieron la “pérdida” y se involucraron más en las actividades en torno a él. Esta sensación la tuve de nuevo durante la realización de la presentación de diapositivas, cuando todos se preparaban para contar lo que habían hecho a sus compañeros”

Caracterización del modelo docente a través del papel que, según los estudiantes de magisterio, juega el profesor en el proceso de enseñanza aprendizaje.

El papel del profesor es tal vez, junto con la “distribución de los alumnos durante las actividades”, el aspecto de los modelos docentes en el que los estudiantes se muestran más indagadores, ya que la mitad de ellos manifiestan que su papel como maestros consiste en orientar a los alumnos. Así el alumno A1 al ser preguntado por su papel en cierta actividad, responde: *"Ir haciendo preguntas durante la sesión cuando vea errores graves en la respuesta o la actividad"*.

En la Tabla 1 se muestra la categoría de modelo docente a la que ha sido adscrito cada uno de los estudiantes investigado, para cada uno de los aspectos o subcategorías considerados.

Aspectos considerados de los modelos docente	Indicadores de cada aspecto	Modelos Docentes de referencia		
		1	2	3
Epistemología del Profesor	Objetivos de aprendizaje de la secuencia de actividades diseñada	A1, A3, A4	A5?	A5, A6
	Criterios e instrumentos de evaluación	A1, A2, A3, A4		A5
Papel del Saber	Fuentes de Información utilizadas para el diseño de las actividades que integran la unidad didáctica	A1		A6
	Criterios de selección y de secuenciación de actividades	A1, A2, A3, A4, A5, A6	A2?, A6	A5
Papel del Alumno	Distribución de los alumnos durante la realización de las actividades	A1, A2, A4		A3, A5, A6
	Tipos de demandas realizadas a los alumnos en las actividades	A1, A2, A3, A4		A5, A6
Papel del Profesor	Tareas que tiene que realizar el profesor durante la realización de las actividades	A2, A3, A4		A1, A5, A6

Tabla 1. Herramienta de análisis utilizada para mostrar el modelo docente de los 6 estudiantes de magisterio analizados (A1, A2, A3...) para los diferentes aspectos considerados (epistemología del profesor, papel del saber...). (1) modelo de transmisión (verbal) de conocimientos ya elaborados, (2) modelo de descubrimiento inductivo y autónomo y (3) modelo acorde con el proceso de producción científica o de investigación dirigida.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean dar las gracias por sus comentarios a los dos revisores anónimos que han supervisado este trabajo. La investigación reflejada en esta comunicación ha sido posible gracias al proyecto PIIDUZ_15_473, financiado por la Universidad de Zaragoza, y al Grupo de Investigación BEAGLE, del Gobierno de Aragón.

BIBLIOGRAFÍA

- Abd-el Khalik, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N.G., MamlokNaarman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D. y Tuan, L. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88 (3), 397-419.
- Anderson. (1996). *Study of curriculum reform*. Washington DC: U.S. Government Printing Office
- Campanario, J.M. y Moya, A. (1999). Modelos de Enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 179-192.
- Chalmers, A.F. (1982). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*. Madrid: Siglo XXI de España Editores S.A.
- Cortés Gracia, A. L. y de La Gándara Gómez, M. (2006). La construcción de problemas en el laboratorio durante la formación de profesorado: una experiencia didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 25 (3), pp. 435-450
- Gil, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1 (1), 26-33.
- Gil, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.
- Joshua, S. y Dupin, J.J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris, PUF.
- Joyce, B y Well, M. (1985). *Modelos de Enseñanza*. Madrid. Anaya
- Minner, D. D., Levy, A. J. y Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction-What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), pp. 474-496.
- National Research Council (2006). *America's lab report: Investigations in high school science*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- OCDE (Organization for Economic Co-operation and Development) (2010). *PISA 2009. Assessment Framework: Key Competencies in Reading, Mathematics and Science*. Paris OECD Publishing.

La indagación escolar como estrategia en formación permanente del profesorado de ciencias: Un estudio de caso en secundaria

Lupión, T.

Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. Centro del Profesorado de Málaga.

teluco@uma.es

RESUMEN

En el marco curricular actual, las finalidades educativas en los procesos de enseñanza se enmarcan en contribuir al desarrollo de las competencias clave en el alumnado. Este planteamiento se promueve en la educación científica partiendo del análisis de situaciones relevantes en el entorno del alumnado, favorecedoras de un aprendizaje significativo de conceptos, ideas y principios, articulando y contextualizando los procedimientos científicos y las actitudes científicas y hacia la Ciencia.

En este trabajo se presenta, como estudio de caso, un proceso de autoformación docente de profesorado de secundaria, utilizando la indagación como estrategia didáctica en una experiencia realizada con alumnado de cuarto de ESO y de primero de Bachillerato, en la que el profesorado ha realizado tareas de planificación, desarrollo, seguimiento y tutorización, de proyectos escolares asociados a líneas de investigación reales. El proceso ha permitido, por un lado, mostrar al alumnado qué es la investigación científica y conocer directamente cómo se lleva a cabo y ayudarle a poner en práctica sus vocaciones y talentos, y al profesorado, promover una actualización en su formación permanente.

PALABRAS CLAVE

Formación permanente del profesorado; Indagación escolar; Educación secundaria; Competencias científicas; Actividades de investigación

1. INTRODUCCIÓN

En el vigente sistema andaluz de formación permanente del profesorado (Consejería de Educación de la Junta de Andalucía (CEJA), 2013), se vincula el desarrollo de una enseñanza de calidad y equidad con la necesidad de conseguir la mejora de la competencia profesional de los docentes promovida desde procesos de renovación pedagógica, innovación e investigación, resaltándose la importancia de “favorecer la adquisición de una cultura profesional orientada a la actualización constante de la práctica docente y de la innovación educativa”.

La puesta en práctica de una enseñanza de las ciencias orientada a desarrollar la competencia científica del alumnado, abre el camino a la consideración de un enfoque de la enseñanza dirigido a promover su capacidad de utilizar el conocimiento científico y tecnológico en contextos cotidianos, aplicar los conocimientos y los procesos que caracterizan a las ciencias y a la tecnología, y desarrollar la conciencia del papel que éstas ejercen en la sociedad, tanto en la solución de problemas como en la génesis de nuevos interrogantes.

Abordar estas finalidades plantea, entre otras muchas cuestiones, nuevos retos en la formación del profesorado de ciencias y en su desarrollo profesional (Mellado, 2011; Porlán *et al.* 2010, 2012; Rodríguez y Couso, 2012; Vázquez-Bernal *et al.*, 2008 y 2012), enmarcados ahora en el ámbito de las competencias profesionales docentes (Cañal, 2011) que exige, aspectos como un nivel de desarrollo profesional adecuado que afecta al rol y tareas que desempeñe, estando implicadas la propia competencia científica del profesor y su competencia didáctica.

Por otro lado, mejorar la formación científica del alumnado y favorecer vocaciones científicas en las aulas de secundaria, son procesos de mejora a promover en la educación científica que desarrollamos en los centros. La enseñanza habitual de las ciencias, no suele proporcionar ocasión al alumnado para familiarizarse con las estrategias características del trabajo científico, existiendo una clara desmotivación actual de los estudiantes hacia éstas. Contribuir a combatir esta situación plantea al profesorado la necesidad de buscar estrategias que favorezcan planteamientos más atractivos para conseguir que el alumnado entienda la importancia de los aprendizajes de aula, y que las herramientas que el sistema educativo pone a su disposición son de gran utilidad y alcance cuando se sintetizan y aplican en contextos reales de investigación, como pueden ser en laboratorios, dentro y fuera del centro educativo.

La utilización de actividades de indagación e investigación como estrategia didáctica, es una dinámica analizada en la literatura (Caamaño, 2012; Cañal, Travé y Pozuelos, 2011; Couso, 2012; Lupión y Martín, 2016) que permite favorecer aprendizajes significativos y promover las competencias clave del alumnado (OECD, 2013), potenciando el desarrollo de sus competencias científicas. Abordar la indagación como actividad inherente del quehacer científico o práctica científica en el aula de ciencias precisa desempeñar en profundidad funciones donde se implica su propia competencia científica y didáctica (Cañal, 2011 y 2012; Caamaño, 2012; Jiménez-Aleixandre, 2011), y, en definitiva su capacidad de concebir y enfocar las tareas de enseñanza de las ciencias, competencia genérica docente (Perrenoud, 2010; Agencia Andaluza de Evaluación Educativa (AGAEVE), 2011) que requiere autogestionar el propio desarrollo profesional (Imbernón, 2012; Lupión y López, 2014).

Para abordar esta necesidad, la constitución de grupos de trabajo de profesores, se muestran como modalidad autoformativa docente que estimula la autorregulación del aprendizaje a través de la metarreflexión de la propia práctica (Schön, 1983; Copello y Sanmartí, 2001; Esteve, Melief y Alsina, 2010), intercambiando con otros conocimientos y experiencias, en un trabajo colaborativo en el que se va construyendo un aprendizaje profesional que contempla actitudes, conocimientos y habilidades para llevarlos a la práctica y evaluarlos.

En este marco, este trabajo recoge la descripción y valoración del proceso de autoformación docente experimentado por un grupo de profesores de ciencias de secundaria, al abordar su alumnado actividades de indagación, implicando su capacidad de concebir y enfocar las tareas de enseñanza de las ciencias y el propio desarrollo profesional, experimentado por éstos, desde una perspectiva investigadora.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

En la experiencia descrita participaron ocho docentes de educación secundaria de las especialidades de Biología –Geología y de Física - Química que constituyeron un grupo de trabajo como actividad autoformativa, para intercambiar conocimiento profesional y colaborar en la puesta en práctica de diferentes aspectos de la función docente asociados

al diseño, organización y realización de diferentes proyectos científicos asociados a líneas de trabajo en desarrollo en centros de investigación de organismos de ámbito local y/o provincial.

A través de la realización de los proyectos, el alumnado participante (estudiantes de 4º de ESO y 1º de Bachillerato de centros educativos públicos) llevaba a cabo durante un curso escolar experiencias de iniciación a la investigación científica implicadas en ellos, integradas como actividades complementarias y extraescolares, en sus programaciones de asignaturas curriculares (Biología y Geología, Física y Química ó Cultura Científica), con las que se pretendía contribuir al desarrollo de la competencia científica y, desde ésta, a las restantes competencias claves del alumnado. Para su desarrollo el alumnado contaba con la participación de investigadores de las instituciones colaboradoras y del seguimiento y tutorización de su profesorado del instituto.

Entendiendo que en la enseñanza de las ciencias las actividades de investigación pueden suponer una estrategia adecuada para promover capacidades científicas para que los estudiantes puedan realizar "la identificación de cuestiones científicas", "la explicación científica de los fenómenos" y "el uso de pruebas en contextos relevantes" (Fensham 2009), hemos intentado aplicar una visión competencial de la enseñanza (OECD, 2012), promoviendo una autoformación docente que contemplara los objetivos que se recogen en la Tabla 1.

- Utilizar destrezas y procedimientos propios de la indagación científica en un marco escolar.
- Planificar actividades para permitir al alumnado trabajar en similitud al procedimiento utilizado por los científicos en resolución de problemas de interés científico y/o cotidiano (aspectos CTS del currículo).
- Analizar en grupo factores personales, sociales y profesionales que participan en el proceso formativo asociado a la experiencia.
- Valorar y documentar las dificultades y logros habidos en el desarrollo de las actuaciones.
- Extraer conclusiones de la implementación.

Tabla 1. Objetivos autoformativos propuestos por el profesorado

3. RESULTADOS

La puesta en práctica de la experiencia conllevó diferentes tipos de actuaciones que se recogen en la Tabla 2, donde se muestran las dinámicas organizativas con las que se planificaron y la implicación de competencias profesionales que conllevaban.

Tarea o actuación	Dinámica organizativa	Competencia profesional
- Selección y análisis de lecturas de referencia educativa sobre actividades de investigación	- Documentación individual y posterior puesta en común - Recogida de conclusiones	- Desarrollo profesional - Orientación a la calidad - Mejora continua
- Crear instrumento de recogida de datos	- Puesta en común desde ideas individuales	-Desarrollo profesional -Aprendizaje a lo largo de la vida -Formación
- Traslado al grupo de las actuaciones y realización de propuestas de devolución-retorno	- Puesta en común y formulación de nuevas propuestas de actuación.	- Docencia - Gestión del currículum - Evaluación de aprendizajes
- Elaboración de conclusiones	- Puesta en común y formulación de proyecto de mejora	- Evaluación de aprendizajes - Desarrollo profesional -Formación

Tabla 2. Tareas, dinámica organizativa y competencia profesional participantes en la experiencia autoformativa

Mediante este conjunto de tareas el profesorado ha podido abordar aspectos relevantes para la enseñanza de las ciencias y el desarrollo de las competencias científicas del alumnado, como los siguientes:

- Favorecer en el alumnado el desarrollo de destrezas relacionadas con el uso de la indagación como objetivo de aprendizaje.

El fortalecimiento de las alianzas entre profesores y científicos, ha ayudado a conseguir que los estudiantes participen en auténticas prácticas científicas, estableciendo un nuevo marco de participación conjunta en el proceso educativo entre estudiante-profesor-científico (McLaughlina et. al., 2015), que tiene como objetivo proporcionar oportunidades para que los colaboradores se involucren en el mismo proceso de investigación, y de esta manera los estudiantes de secundaria obtienen una perspectiva única de la ciencia, como un esfuerzo creativo en lugar de una colección rígida de las ideas teóricas, habiendo podido: aplicar estrategias coherentes con los procedimientos de la ciencia en la resolución de problemas, reconocer, organizar o interpretar información con contenido científico proporcionada en diferentes formas de representación; comprobar y explicar fenómenos naturales y hechos cotidianos aplicando nociones científicas básicas, emplear nociones científicas básicas para expresar sus ideas y opiniones sobre hechos y actuaciones ó reflexionar sobre las implicaciones ambientales, sociales y culturales de los avances científicos y tecnológicos.

- Inducción hacia un cambio actitudinal positivo del alumnado hacia la clase de ciencias, motivándole y aumentando su curiosidad por los trabajos prácticos.

El problema de la desmotivación del alumnado en niveles educativos de ESO y Bachillerato hacia las ciencias se hace cada día más patente, existiendo una preocupación generalizada desde el profesorado, por conseguir incentivarle hacia su aprendizaje. Entre las facetas que intervienen en la motivación de los individuos hay un amplio abanico de factores intrínsecos y extrínsecos (Ryan y Deci, 2000), analizados con distintas teorías que enfocan perspectivas diferentes del proceso: centradas en el participante, en la situación, o en la interacción entre factores del participante y factores situacionales. Dentro de una perspectiva interaccional (Deci y Ryan, 1985; Ames y Archer, 1987) se muestra la conveniencia de crear un clima motivacional hacia la tarea que debe emplearse para conseguir una implicación de los individuos, estando estas estrategias en consonancia con las establecidas para una metodología investigativa (Cañal, Travé y Pozuelos, 2011; Cañal, 2012). Por ello, y con el fin de contrarrestar el declive existente en el interés y motivación de los adolescentes por la ciencia, hemos investigado factores situacionales que puedan despertar o mantener su interés en temas de ciencia, así como en trabajar científicamente y en esta línea hemos potenciado actividades prácticas abordando enfoques del “hands-on y mind-on” (Holstermann et al., 2009) en nuestras actividades. El alumnado ha aprendido a interactuar en el laboratorio abordando capacidades científicas para usar el material, planificar tareas individualmente y en grupo, formular hipótesis, registrar sistemáticamente hechos y recoger datos, controlar variables, elaborar informes y comunicar sus producciones, etc.

4. VALORACIONES

Teniendo en cuenta los objetivos propuestos en el grupo, las valoraciones globales de la experiencia las realizamos desde una perspectiva investigadora de dirigir las tareas de enseñanza de las ciencias y el propio desarrollo profesional, a promover la competencia científica en la enseñanza. Desde este punto de vista y cara a su repercusión en el aula, destacamos de la experiencia, los siguientes aspectos:

- Actualización científica y didáctica de los miembros del grupo sobre las actuaciones realizadas, llevada a cabo mediante el intercambio de referencias bibliográficas y fuentes documentales de interés, así como sobre la intervención docente.
- La reflexión sobre los procesos de crecimiento profesional experimentados en la gestión del currículo (selección de contenidos, secuenciación de tareas, instrumentos de enseñanza,...), como sobre su puesta en práctica y evaluación, mediante el intercambio de valoraciones sobre fortalezas y debilidades de la intervención.
- Coordinación con investigadores de proyectos científicos en el diseño y planificación de las investigaciones. La dificultad conceptual de una investigación para ESO o Bachillerato en general, hace necesaria una importante interacción profesor-alumno tanto en la fase de planificación como en la de realización de las investigaciones. En la experiencia, la tutorización y seguimiento de grupos de alumnos estableciendo una conexión alumnado-investigador-profesorado, ha permitido mejorar los obstáculos iniciales, siendo fortalezas el haber contemplado la comunicación así establecida y la planificación y elaboración de documentos de trabajo de apoyo al alumnado.
- Producir procesos de reflexión sobre la práctica en el seno del grupo docente, sobre las actuaciones inherentes al diseño y planificación de las actividades y su repercusión sobre la enseñanza de las ciencias, sobre la elaboración de documentos de trabajo para el alumnado, así como, compartir valoraciones respecto a fortalezas y debilidades de la intervención, analizando aspectos curriculares desarrollados relativos a la comprensión procedimental de la ciencia y las destrezas y procedimientos, propios de la indagación científica, asociados a los proyectos trabajados.

Agradecimientos.

Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación de Excelencia “Desarrollo y evaluación de competencias científicas mediante enfoques de enseñanza en contexto y de modelización. Estudios de caso” (EDU2013-41952-P) financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

5. REFERENCIAS

Agencia Andaluza de Evaluación Educativa (AGAEVE) (2011). *Estándares de la práctica profesional docente en Andalucía*. Sevilla. Consejería de Educación de la Junta de Andalucía.

Ames, C., & Archer, J. (1987). Mothers' belief about the role of ability and effort in school learning. *Journal of Educational Psychology*, 18, 409-414.

Caamaño, A. (2012). La investigación escolar es la actividad que mejor integra el aprendizaje de los diferentes procedimientos científicos. En Pedrinaci, E.; de Pro, A.; Caamaño, A. y Cañal, P. (coord.). *11 ideas claves. El desarrollo de la competencia científica*, pp. 127-146. Barcelona. Graó.

Cañal, P. (2011). Competencia científica y competencia profesional en la enseñanza de las ciencias. En A. Caamaño (Coord.). *Didáctica de la Física y Química*. pp. 35-55. Barcelona: Graó.

Cañal, P. (2012). Saber ciencias no equivale a tener competencia profesional para enseñar ciencias. En E. Pedrinaci, A. de Pro, A. Caamaño y P. Cañal (Coord.). *11 ideas claves. El desarrollo de la competencia científica*, pp. 241-268. Barcelona: Graó.

Cañal, P., Travé, G. y Pozuelos, F. (2011). Análisis de obstáculos y dificultades de profesores y estudiantes en la utilización de enfoques de investigación escolar. *Investigación en la Escuela*, 73, 5-26.

Consejería de Educación de la Junta de Andalucía (CEJA) (2013). Decreto 93/2013, de 27 de agosto, por el que se regula la formación inicial y permanente del profesorado en la Comunidad Autónoma de Andalucía, así como el Sistema Andaluz de Formación Permanente del Profesorado (BOJA 30-08-2013).

Copello, M.I. y Sanmartí, N. (2001). Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 269-283.

Couso, D. (2012). "De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica". Conferencia plenaria inaugural de los *XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales de APICE*. Huelva. Consultado el 16 de Diciembre de 2015. Disponible on-line en: http://uhu.es/26edce/actas/docs/conferencias/pdf/26ENCUENTRO_DCE-ConferenciaPlenariaInaugural.pdf

Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behaviour*. Plenum Press: New York.

Esteve, O., Melief, K. y Alsina, A. (2010). *Creando mi profesión. Una propuesta para el desarrollo profesional del profesorado*. Barcelona: Octaedro.

Fensham, P. (2009). Real world contexts in PISA science: implications for context-basics science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 884-896.

- Holstermann, N; Grube, D. and Bögeholz, S. (2010). Hands-on Activities and Their Influence on Students' Interest. *Research Science Education*, 40, 743–757.
- Imbernón, F. (2012). ¿Hay nuevas tendencias en la formación permanente del profesorado? *Aula de Innovación Educativa*, N.212, 14-17.
- Jiménez-Aleixandre, M.P. (2011) Las prácticas científicas en la investigación y en la clase de ciencias. Ponencia plenaria de los XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales de APICE. Santiago de Compostela. Consultado el 15 de Diciembre de 2015. Disponible on-line en: <http://www.apicedce.com/sites/default/files/XXV%20EDCE.pdf>
- Lupión, T. y López, R. (2014). Investigaciones escolares en ciencias: estrategia en la formación del profesorado y recurso para el aula. *Educación Química. EduQ*, pp.1-15.
- Lupión, T. y Martín, C. (2016). Scientific school research: in-service teachers assessment of educational contents and strategies In J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto and K. Hahl (eds.) *Science Education Research: Engaging learners for a sustainable future* (pp. 1466-1472). Helsinki: ESERA.
- McLaughlina, Ch.; Broob, J.; MacFaddena, B. and Morana, S. (2015). Not Looking a Gift Horse in the Mouth: Exploring the Merits of a Student–Teacher–Scientist Partnership. *Journal of Biological Education*, DOI:10.1080/00219266.2015.1028571.
- Mellado, V. (2011). Formación del profesorado de ciencias y buenas prácticas: el lugar de la innovación y la investigación didáctica. En Caamaño, A. (coord.). *Física y Química. Investigación, innovación y buenas prácticas*, pp.11-26. Barcelona. Graó.
- OECD. PISA 2012. (2013). “Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy”. OECD Publishing. Último acceso 16 Noviembre 2015 a través de. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en>
- Perrenoud, Ph. (2011). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Bogota: Magisterio Editorial (trad. en español de *Dix nouvelles compétences pour enseigner. Invitation au voyage*. Paris : ESF).
- Porlán, R.; Martín del Pozo, R.; Rivero, A; Harres, J; Azcárate, P. y Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 31-46.
- Porlán, R.; Martín del Pozo, R.; Rivero, A; Harres, J; Azcárate, P. y Pizzato, M. (2012). El cambio del profesorado de ciencias II: itinerarios de progresión y obstáculos en estudiantes de magisterio. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), 353–370.
- Ryan, R. M. & Deci, E.L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: classic Definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology* 25, 54-67.
- Rodríguez, C. and Couso, D. (2012). “Teachers’ views about practical work in upper primary and lower secondary school: analysis from a model based inquiry perspective”, In Bruguière, C.; Tiberghien, A. and Clément, P. (Eds.), E-Book *Proceedings of the ESERA 2011 Conference: Science learning and Citizenship*. Part [13] (co-ed. Viiri, J. and Couso, D.), pp. (167-173). Lyon: European Science Education Research Association.
- Schön, D. A. (1991). *The reflective turn: Case studies in and on educational practice*. New York: Teachers College Press.
- Vázquez-Bernal, B.; Jiménez-Pérez, R. y Mellado, V. (2008). The professional development of secondary education science teachers: A case study as methodological

integration. In I. V. Erikson (ed.), *Science education in the 21st century* (pp.137-164). New York: Nova Science.

Vázquez-Bernal, B., Mellado, V., Jiménez-Pérez, R. y Taboada, C. (2012). The process of change in science teachers' professional development: A case study based on the types of problems in the classroom. *Science Education*, 96 (2), 337-363.

Aprender a enseñar Química en Primaria por talleres

Martín del Pozo, R., Arillo, M. A., Martín, P.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid.

rmartin@edu.ucm.es

RESUMEN

En el actual currículo de Educación Primaria la principal orientación metodológica que se les da a los maestros para la enseñanza de las ciencias es que ésta debe tener una orientación práctica. En esta comunicación se describe una experiencia de cinco cursos en la formación inicial de maestros en ciencias. En concreto se trata de que los futuros maestros aprendan a diseñar talleres de ciencias (Química) para el alumnado de Primaria.

Palabras clave

Formación inicial de maestros, Educación Primaria, Talleres, Contenidos escolares de Química.

INTRODUCCIÓN

La formación científico-didáctica de los futuros maestros en el área de Ciencias de la Naturaleza requiere de una buena dosis de diversificación. Son muchos los asuntos a abordar para que los estudiantes de Magisterio estén en condiciones de facilitar el aprendizaje de las ciencias a los alumnos de Primaria. Asuntos tales como aprender a explorar, analizar y utilizar didácticamente las ideas “científicas” de los alumnos (Martín del Pozo et al., 2013), o a diseñar propuestas de investigación escolar en ciencias (Rivero et al., 2014), o como en el caso que nos ocupa, a diseñar talleres para enseñar ciencias (Química) en Primaria (Arillo, Martín del Pozo y Martín Puig, 2015)¹.

Las actividades prácticas en ciencias no son algo novedoso desde el punto de vista metodológico (Del Carmen, 2000; Ballesta y García González, 2015). Muchos estudiantes de Magisterio las recuerdan como algo satisfactorio pero puntual durante su escolaridad. Además, es impresionante la cantidad de información que ellos mismos encuentran en internet para hacer toda suerte de “experimentos”. El problema está en aprender a convertir toda esa información en una propuesta didáctica para facilitar el aprendizaje de los contenidos básicos de ciencias (Química, en este caso) a los alumnos de Primaria.

Así pues, lo que se presenta a continuación es una propuesta de formación inicial de maestros para *aprender a enseñar ciencias* (Química) por talleres, haciendo referencia a los fundamentos de la misma, su diseño y desarrollo, y las principales conclusiones que de todo ello se han obtenido.

¹ Este trabajo es resultado del Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente: “*Material docente para la formación de futuros maestros en la enseñanza por talleres de ciencias (Química)*” PIMCD-141, financiado por la Universidad Complutense de Madrid con 175€.

FUNDAMENTOS

Uno de los diez principios de la educación en ciencias propuestos por Harlen (2010) se refiere a que los programas de formación inicial del profesorado deben ser consistentes con las metodologías para una enseñanza de las ciencias orientada a desarrollar la comprensión de grandes ideas de las ciencias, las capacidades y actitudes científicas.

La metodología por talleres responde a este planteamiento. En el caso de los contenidos escolares de Química para Primaria (sustancia, mezcla y cambio químico), todos ellos pueden tratarse por talleres, lo cual no significa que sea la única metodología adecuada para ello. La investigación de problemas escolares (por ejemplo, *¿qué puede pasar al juntar dos sustancias?*) o la realización de proyectos de interés socio-ambiental son otras alternativas no excluyentes. Todas ellas tienen potencialidad para, como plantea esta autora, desarrollar la curiosidad de los alumnos acerca del mundo, disfrutar con las actividades de ciencias y llegar a construir explicaciones progresivamente más complejas de los fenómenos físico-naturales.

En este sentido, la propuesta de formación que se presenta trata de aplicar el *principio de isomorfismo*, es decir, hacemos con los estudiantes de Magisterio lo que pretendemos que lleguen a hacer con sus alumnos de Primaria, salvando las lógicas diferencias. Estas orientaciones metodológicas básicas se refieren a:

- Trabajar a partir de las propuestas que realizan los futuros maestros, al igual que ellos deberán tener en cuenta las ideas de los alumnos de Primaria.
- Potenciar el trabajo en equipo de los futuros maestros para el diseño de los talleres.
- Utilizar una diversidad de fuentes de información, especialmente internet.
- Proponer una tarea con sentido para los que van a ser maestros. Se trata de lo que Swinkels, Koopman y Beijaard (2013) describen como trabajar en *contextos auténticos con tareas auténticas*.
- Centrarnos como formadores en ayudar a los futuros maestros a superar las dificultades que tienen al diseñar y poner en práctica los talleres y no en la transmisión de informaciones científico-didácticas, en la misma línea que Sanmartí y Marchán (2015) proponen para los docentes de Primaria y Secundaria con respecto a los alumnos de estos niveles.

En resumen, esta propuesta de formación se encuadra en lo que Abell, Appleton y Hanuscin (2010) denominan *Teacher Inquiry Orientation*, cuyo propósito es que el futuro profesor aprenda a enseñar ciencias a través de la realización de tareas propias de un profesor, como es por ejemplo el diseño de un taller.

DISEÑO Y DESARROLLO DE LOS TALLERES

En el Grado de Maestro de Primaria de la Universidad Complutense de Madrid, desde el curso 2010-2011, se oferta la asignatura optativa "*Taller de ciencias físico-químicas*". Con dicha asignatura se pretende facilitar el aprendizaje de las competencias docentes necesarias para diseñar talleres dirigidos a alumnos de Primaria (6-12 años) sobre contenidos relacionados con las ciencias físico-químicas incluidos en el área de Ciencias de la Naturaleza de Educación Primaria. Se trata de una asignatura optativa de 4.5 créditos (lo que equivale a unas 29 sesiones presenciales de hora y media de duración). Se admiten 25 estudiantes de 2º, 3º y 4º del Grado y hay dos profesoras implicadas (una más dedicada a los contenidos de Física y otra a los de Química). No son condiciones "privilegiadas", eso es posible porque solo contabilizan la mitad de la docencia (2.25 créditos) a cada

profesora aunque se participa en todas las sesiones (4.5 créditos). Se forman entre 6-8 grupos de 3-4 estudiantes.

En la primera sesión se presenta y debate la propuesta de trabajo para el curso, se forman los equipos y se les pide que piensen en una temática que les interese para “hacer talleres”. Se entrega, vía campus virtual, la documentación curricular, con los procesos científicos básicos y el material y normas de seguridad. Todo ello se comenta con los equipos en la siguiente sesión.

En la tercera sesión se les presenta un supuesto práctico que implica realizar el diseño de un taller de ciencias (con contenidos de Física o Química) para alumnos de Primaria.

Para realizar ese supuesto disponen de 3 a 4 sesiones, sin orientaciones por parte de las profesoras. Las propuestas iniciales del taller elaboradas por los equipos se analizan y comentan con todos ellos. Mayoritariamente, sus propuestas suelen tener las siguientes características:

- Contienen tres de los elementos que necesariamente deben figurar en el recurso que pretendemos que sean capaces de elaborar (cuaderno del taller para el alumnado de Primaria):
 - *Material* necesario para realizar el taller.
 - *Procedimiento* para realizar las experiencias.
 - *Explicaciones* de las experiencias realizadas.
- No obstante, esos elementos tienen serias deficiencias. Por un lado, no suelen indicar todo el material que se necesita (sobre todo, espátulas, agitadores, agua, balanza, etc.) y no se diferencia entre productos, utensilios, montajes e instrumentos de medida y observación. Y por otro, el procedimiento está más pensado para los adultos que para el alumnado de Primaria. Y, finalmente, las explicaciones que incluyen no suelen estar adaptadas a este nivel.
- Suelen plantear una primera parte de explicación de la “teoría” (por ejemplo, definición de reacción química, reactivos y productos, tipos de reacciones, etc.) que consideran “imprescindible” antes de que los alumnos hagan nada.
- No suelen incluirse preguntas para que los alumnos de Primaria no solo hagan, sino también piensen y expongan sus predicciones y explicaciones de lo que sucede.
- No suele incluirse la evaluación del taller.
- Tampoco se diferencia entre la información para el alumnado y para los maestros.
- No se ofrece más información para que los interesados puedan acceder a ella.

En definitiva, como suele ser habitual, los futuros maestros tienden a preocuparse más por enseñar (más concretamente, por explicar) que por facilitar el aprendizaje y les cuesta al principio ponerse en la situación del que aprende.

Después disponen de unas 8 sesiones para que la mitad del grupo diseñe el taller de Química y la otra mitad el de Física. Se reservan 3 sesiones para que cada equipo pueda realizar los talleres diseñados con sus compañeros de otros equipos. El equipo que realiza el taller organiza al resto de los estudiantes en grupos y hacen con ellos el taller que han diseñado, no tanto como si fueran alumnos de Primaria, sino como lo que son, futuros maestros que quieren aprender ese taller para poder hacerlo en su día con sus alumnos de Primaria. Finalmente, durante otras 8 sesiones los equipos que han realizado el taller de Química hacen el de Física y los que han hecho el de Física hacen el de Química, y se reservan otras 3 sesiones para llevarlos a la práctica. Los diseños de todos los equipos se suben al Campus Virtual para que todos los estudiantes puedan utilizarlos.

La evaluación del aprendizaje se hace de forma continua a través de todas las actividades realizadas a lo largo del curso, especialmente el diseño y la realización de los talleres diseñados en equipo. Observar el funcionamiento de cada equipo, qué hacen, qué te consultan, etc., ofrece una información muy valiosa de cara a su evaluación. La no asistencia injustificada a más de 2 sesiones de taller supone la realización de un examen para poder aprobar la asignatura, algo que es muy poco frecuente.

El cuaderno del taller para los alumnos de Primaria

El diseño de un cuaderno para que los alumnos de Primaria puedan hacer el taller de Química es la actividad formativa que integra todo lo realizado por los futuros maestros durante la asignatura.

Lo primero que los equipos tienen que hacer es seleccionar una temática adecuada para Primaria y llevar a cabo un proceso de búsqueda de información (sobre todo en la red) para ir seleccionando las experiencias que finalmente se propondrán en el cuaderno.

Empieza entonces el ensayo en la práctica de todas las experiencias seleccionadas y en paralelo van redactando el cuaderno.

Los equipos entregan un primer borrador sobre el que se hacen sugerencias concretas de mejora. La referencia que utilizamos para orientar el diseño del cuaderno contiene los siguientes elementos:

1. *Portada-presentación.* En ella debe aparecer el nombre del taller y una mínima presentación de lo que se va a hacer. Algunos de los nombres propuestos merecen ser revisados. Por ejemplo: “Mentes quiminales” o “Experimentando con vinagrato” no ofrecen información del taller. En el primer caso se trata de realizar experiencias que permiten saber si una sustancia es ácida o no, y en el segundo, es un taller en el que se realizan experiencias basadas en la reacción entre el vinagre y el bicarbonato.

2. *Empezar preguntando.* Se trata de detectar qué es lo que saben y les interesa a los alumnos sobre la temática del taller, pero huyendo del formato examen. Por ejemplo, no se trata de preguntar como si fuera un examen memorístico: *¿qué es una reacción química?, ¿cómo se produce? o ¿qué diferencias hay entre una mezcla y una reacción química?* Más bien, deben de ser preguntas contextualizadas a lo largo de las experiencias, por ejemplo:


Al juntar el vinagre con el bicarbonato en el recipiente y tapanlo con el globo has visto que se infla ¿por qué crees que se ha inflado? Elige una posible respuesta y explica por qué no eliges las demás:

- Porque el vinagre ha pasado de líquido a gas
- Porque se ha formado una nueva sustancia en forma de gas
- Porque el aire ha llenado el globo
- Ninguna de las tres. El globo se ha inflado porque...

3. *Organizar el taller por sesiones.* El cuaderno se organiza por sesiones (generalmente tres) Se busca un nombre para cada sesión, por ejemplo: *Filtración: separamos arena y agua.* En cada una de las sesiones se incluye:

- Lo que necesitamos, diferenciando productos, utensilios e instrumentos de observación y medida.
- Los pasos a seguir, que generalmente comienzan con la observación de los productos que vamos a utilizar, atendiendo al color y estado físico, junto con otras

observaciones. A continuación, se miden las cantidades (masa y volumen) de los productos, con la balanza y la probeta. Se recomienda utilizar un lenguaje sencillo y directo, apoyado en fotografías que aligeren las explicaciones de lo que hay que hacer.

- Preguntas dirigidas a los alumnos que pueden ir al final de cada sesión o intercaladas durante la parte experimental. Por ejemplo: *¿qué crees que puede pasar?, Describe lo que ocurre, o ¿por qué crees que ha ocurrido...?*
- Normas de seguridad que es conveniente que se señalen en cada momento. Por ejemplo:  Un adulto enciende el mechero

4. *Explicación de las experiencias.* Recomendamos que se den una vez realizadas todas las experiencias. Deben estar referidas a lo realizado en el taller y ser adecuadas al nivel macroscópico de los conceptos básicos de Química en Primaria.

5. *Para saber y hacer más.* En este último apartado, y dependiendo de la temática del taller, se puede incluir información complementaria así como experiencias que los alumnos puedan realizar fácilmente. Por último, se incluye una selección de páginas web donde encontrar más información y experiencias (sobre todo en video)

La hoja informativa del taller para los maestros

Los estudiantes también deben elaborar documento dirigido a los maestros y recoge la información imprescindible y específica para el desarrollo del taller, teniendo en cuenta que en el cuaderno del alumno de Primaria se explica con detalle el procedimiento de las diferentes experiencias.

Así pues, en esta “hoja” se hace referencia a los siguientes elementos:

1. *Objetivos del taller.* Con los talleres se pretenden objetivos concretos de diferentes ámbitos: a) en el ámbito de lo *conceptual*, que los alumnos apliquen en situaciones concretas los conceptos básicos de Química, b) en el ámbito de los *procedimientos*, los procesos científicos básicos, las técnicas de separación de los componentes de una mezcla, así como el manejo del material y los instrumentos de medida (termómetro, balanza y probeta) y observación (lupa binocular) cumpliendo las normas de seguridad, y c) en el ámbito de las *actitudes*, se trata de desarrollar la curiosidad y el rigor, junto con respeto y la participación que supone el trabajo en equipo, así como el cuidado del material.

2. *Contenidos del taller.* Dependiendo de la temática concreta del taller, los contenidos hacen referencia a:

- Los *conceptos básicos de Química*: sustancia, mezcla, cambio físico, cambio químico (oxidación, combustión y fermentación).
- También los procesos científicos básicos, los procedimientos de *medida* y las *técnicas de separación* de los componentes de una mezcla.
- El cuidado de los materiales y el respeto por las *normas de seguridad*

3. *Material*, diferenciando entre: *productos* (tanto sustancias como mezclas), *utensilios, montajes* (para calentar, filtrar, decantar y destilar) e *instrumentos de medida* (balanza y probeta) y *observación* (lupa binocular)

4. *Sesiones* en las que distribuir las diferentes experiencias que se proponen.

5. *Normas de seguridad* específicas del taller.

6. *Evaluación.* Se utilizan tres fuentes de información:

- La recogida en el *cuaderno* del taller a través de todas las preguntas que se realizan, sobre todo de carácter conceptual.
- La *observación* de las sesiones del taller que realiza el maestro y que atiende especialmente al ámbito de las actitudes y procedimientos. Puede hacerse a través de una ficha que recoge, entre otras posibles, las siguientes observaciones con tres o cuatro niveles de dominio (muy bien-bien, suficiente, insuficiente): trabajo en equipo, interés, participación, manejo del material, cumplimiento de las normas de seguridad y otras observaciones.
- La *autoevaluación* del alumnado, sobre sí mismo y también sobre el taller, que se incluye en el cuaderno del alumno. Puede hacerse con una ficha que puede contener, entre otras, las siguientes cuestiones:

PON TU VALORACIÓN SOBRE:	😊	😐	😞
Los experimentos que has hecho			
El cuaderno del taller			
El trabajo en equipo			
El maestro/a (y en su caso, otros adultos)			
Lo que has aprendido en este taller			
Tu interés en el taller			
Tu participación en el taller			
...			
Escribe tu opinión sobre el taller:			

Para la evaluación del taller con vistas a su mejora es necesario que los adultos participantes (maestros, estudiantes en prácticas y/o familias) valoren, entre otros, los siguientes elementos:

- Los resultados del aprendizaje.
- La valoración de los alumnos.
- Cada una de las experiencias realizadas (material, procedimiento y preguntas).
- La distribución en el tiempo.

7. *Información sobre el taller.* Se incluyen sobre todo páginas web específicas de la temática del taller en la que se ofrecen más experiencias e información complementaria para el maestro.

Durante estos cursos, los equipos han diseñado y llevado a la práctica con el resto de sus compañeros, un importante número de talleres que, en el ámbito de la Química, podemos agrupar en:

- Talleres sobre reacciones químicas: reacciones de oxidación (árbol de plata, árbol de plomo, oxidación de monedas de cobre, oxidación de hierro en diferentes medios...), combustión (del magnesio, de velas, de tabaco...), fermentación (fabricación de pan, levadura y azúcar, obtención de moho...), reacción entre el vinagre y bicarbonato (construir un extintor, un volcán, un barco o un cohete), fabricación y reutilización de jabón, fabricación y prueba de indicadores ácido-base (lombarda, cúrcuma o té

negro) y reacciones espectaculares como la “lluvia de oro”, la “pasta de dientes para elefantes”, el “genio de la botella” o la “serpiente negra”.

- Talleres sobre mezclas, técnicas de separación (decantación, separación magnética, filtración, evaporación, destilación) o fabricación de cristales (sal común y sulfato de cobre)
- Talleres monográficos con productos como limones, huevos, azúcar o sal.

Por último, la valoración que han hecho los estudiantes de Magisterio que han participado en el taller a lo largo de estos cursos incluye tanto lo que consideran que funciona bien y hay que mantener, como lo que habría que cambiar y mejorar. Sus valoraciones han servido para mejorar la propuesta formativa.

Curso tras curso, lo que se valora como más positivo se centra en:

- Trabajar en equipo.
- Autonomía para trabajar en el laboratorio.
- Carácter práctico de la asignatura, realizando experimentos que pueden hacerse en Primaria.
- Buen ambiente de trabajo y relación con las profesoras.
- Evaluación continua y no tener que hacer un examen final.

Mientras que lo más negativo se refiere al horario de la asignatura (de 13.30 a 15h. o de 15 a 16.30) y a que sea una asignatura “corta”. Pero también, en los cinco cursos en los que se ha desarrollado la asignatura, los estudiantes manifiestan cuestiones tales como:

- Después del primer curso (2010-11), plantearon que la primera parte era muy extensa. Al curso siguiente se redujo la primera parte a tres sesiones, incluyendo algunas actividades prácticas.
- Después del segundo curso (2011-12), plantearon que conocían muy poco de lo que lo que hacían los demás equipos. Por ello, al curso siguiente se reservó un tiempo para las exposiciones de cada equipo al resto.
- Después del tercer curso (2012-13), plantearon que la primera parte no estaba directamente relacionada con el taller. Así pues, se propuso el supuesto práctico descrito anteriormente para que aplicaran la información de la primera parte.
- Después del tercer curso (2013-14), plantearon mejorar las exposiciones de los equipos. Para ello, se hicieron en dos momentos, al terminar cada taller, y se cambió la idea de exposición (utilizando presentaciones en Powerpoint) por la de realización del taller diseñado con el resto de los equipos.
- Después del tercer curso (2014-15), plantearon que necesitaban más orientaciones para la elaboración de los cuadernos. En ese sentido, se elaboraron las orientaciones descritas anteriormente.

CONCLUSIONES

Después de los cinco cursos en que hemos desarrollado esta propuesta de formación inicial de maestros en ciencias, las principales conclusiones son:

- El taller cumple adecuadamente objetivos tanto en lo metodológico (cómo se lleva a cabo un taller), como en el científico conceptual (aplican los conceptos básicos de

Química) y en el actitudinal al cooperar en equipo, respetar las normas de seguridad, cuidar el material y disfrutar con lo que se hace.

- El taller se ha ido mejorando curso tras curso, sobre todo gracias a la implicación de los estudiantes y las profesoras.
- El número limitado a 25 estudiantes y la presencia de dos profesoras durante todas las sesiones han sido condiciones necesarias para que la propuesta funcione adecuadamente.

BIBLIOGRAFÍA

Abell, S.K., Appleton, K. y Hanuscin, D. (2010). *Designing the elementary science methods course*. NY: Routledge-Taylor y Francis.

Arillo, M.A., Martín del Pozo, R. y Martín Puig, P. (2015). *Talleres para enseñar Química en Primaria*. Madrid: Servicio de publicaciones de la Universidad Complutense. Disponible en: http://www.ucm.es/didactica_cc_exp/

Ballesta, J. y García González, M. (2015). *El laboratorio escolar*. Madrid: Editorial Síntesis.

Del Carmen, L. (2000). Los trabajos prácticos. En F.J. Perales y P. Cañal (dir.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 267-287). Alcoy: Marfil.

Harlen, W. (2010). *Principios y grandes ideas de la educación en ciencias*. Disponible en: www.innovec.org.mx

Martín del Pozo, R. (coord.) (2013). *Las ideas científicas de los alumnos y alumnas de Primaria: tareas, dibujos y textos*. Madrid: Servicio de publicaciones de la Universidad Complutense. Disponible en: http://www.ucm.es/didactica_cc_exp/

Rivero, A., Porlán, R., Solís, E., Rodríguez, F., Hamed, S., Martín del Pozo, R., Ezquerro, A., y Azcárate, P. (2012) *Aprender a enseñar ciencias en primaria. Actividades de formación inicial de maestros para aprender a enseñar ciencias por investigación escolar*. Sevilla: Copiarte.

Sanmartí, N. y Marchán, I. (2015). La educación científica del siglo XXI. *Investigación y ciencia*, 82, 31-39.

Swinkels, M.F.J., Koopman, M. y Beijaard, D. (2013). Student teachers' development of learning-focused conceptions. *Teaching and Teacher Education*, 34, 26-37.

Qué aspectos incluyen los maestros en formación sobre la energía en sus propuestas de enseñanza

Martínez, C., Rivadulla, J. C., Fuentes, M. J.

*Departamento de Pedagogía e Didáctica. Facultade de Ciencias da Educación.
Universidade da Coruña.*

cmarl@udc.es

RESUMEN

En este trabajo se analizan las propuestas de enseñanza, dirigidas a unos hipotéticos niños de primaria, que elaboran 40 grupos de estudiantes de magisterio sobre la energía. Las propuestas fueron elaboradas después de haber realizado el estudio científico-didáctico del tema. Se analiza la idea de energía y los aspectos que trata cada grupo sobre ella. Los resultados muestran que la gran mayoría plantea una idea de energía más o menos elaborada, en relación con situaciones próximas. En este contexto, tratan algunas características de la energía (tipos, transformación y/o transferencia) y también aspectos relacionados con sus usos y con el problema del consumo energético. Los grupos que promueven una idea científicamente más adecuada para Primaria, asociada a la capacidad de los sistemas para producir cambios, ponen más énfasis en su caracterización. Finalmente se discute la idoneidad de la propuesta formativa en función de los resultados obtenidos.

Palabras clave

Enseñanza de la energía. Educación Primaria. Formación inicial.

INTRODUCCIÓN

La energía es un tema importante en la educación científica, su estudio no solo permite explicar cómo y por qué ocurren los fenómenos, sino también entender el papel que desempeña la energía en nuestra sociedad (Driver y Millar, 1986). En este sentido, se recomienda tratar de forma integrada la dimensión científica y social de la energía, incluyendo el uso que hacen de ella los seres humanos y los problemas socio-ambientales asociados a su obtención y consumo (García, Rodríguez, Solís y Ballenilla, 2007).

Lógicamente en los niveles educativos básicos el tratamiento de la energía debe realizarse en un contexto próximo, estableciendo los oportunos itinerarios de progresión (Liu y McKeough, 2005; Neumann, 2013). En esta línea, se recomienda avanzar desde una idea de energía como “algo” necesario para que las cosas funcionen, hasta otra asociada a la capacidad de los sistemas para producir cambios (Millar, 2005; García-Carmona y Criado, 2013). Así, a partir de la identificación del aumento y disminución de energía en situaciones concretas, podrá progresarse en la identificación de sus características: se manifiesta de distintas formas, puede transformarse o transferirse de un sistema a otro, se disipa o degrada en los procesos de transformación/transferencia y, por tanto, la energía ya no está disponible para nuevos usos, aunque globalmente se conserve (Harlen, 2010). Este último aspecto ayudará, a su vez, a comprender la importancia de un uso racional

de los recursos energéticos disponibles, de dónde procede la energía que consumimos y las repercusiones que ello tiene a nivel personal y social (Martínez Losada y Rivadulla, 2015). Todo ello sentará las bases necesarias para que, en cursos superiores, el alumnado llegue a asumir el principio de conservación (Martín del Pozo, 2013).

Sin embargo, conviene indicar que la conceptualización de la energía no es sencilla pues implica un alto grado de abstracción. De hecho, los niños, suelen asociarla a la fuerza o el ejercicio físico y restringirla a objetos en movimiento, considerarla como un tipo de combustible que se puede conseguir y perder, etc. (Solomon, 1982; Trumper, 1993; Driver, Squires, Rushworth y Wood-Robinson, 1994). Por tanto, es deseable que la enseñanza promueva el desarrollo de las ideas del alumnado respecto al tema, lo que a su vez requiere que los maestros dispongan de la competencia científica y pedagógica suficiente, que deben ir desarrollando a lo largo de su etapa formativa (Abell, 2007; Porlán, Martín del Pozo, Rivero, Harres y Pizato, 2010). En definitiva, se trata de que el profesorado vaya desarrollando lo que Shulman (1986) denominó conocimiento didáctico del contenido, que vincula el conocimiento científico, el pedagógico y el contextual.

En el marco de la formación docente y refiriéndose al caso de la enseñanza de la energía, Bächtold y Guedj (2014) proponen que los contenidos se articulen en torno a las siguientes cuestiones: ¿Qué es la energía? ¿Para qué sirve el concepto de energía? En este sentido se ha justificado la importancia del uso de las ideas de transformación y transferencia de energía en el análisis de situaciones conocidas y cotidianas (Nordine, Krajcik y Fortus, 2011). Por otra parte, se ha destacado la importancia de incidir en problemas socio-científicos relevantes asociados a las citadas situaciones, como por ejemplo las repercusiones medioambientales del uso de la energía, cuyo potencial educativo no siempre es suficientemente reconocido por los futuros docentes (Campbell y Lubben, 2000; Martín, Prieto y Jiménez, 2013).

Basándonos en lo indicado, hemos elaborado una propuesta dirigida a la formación de maestros de Educación Primaria, centrada en el análisis de fenómenos y contextos variados (la energía en situaciones próximas del medio físico, en los seres vivos..., siempre en relación con las sociedades humanas), que permita analizar científica y pedagógicamente su relación con el modelo de energía deseable para esa etapa educativa (García Barros, Martínez Losada, González y Bugallo, 2012).

Más específicamente, en este trabajo se pretende averiguar en qué medida las propuestas de enseñanza, dirigidas a unos supuestos alumnos de primaria, que elaboran los futuros maestros, promueven la adquisición del citado modelo de energía deseable; en concreto, se tratará de dar respuesta a las siguientes cuestiones: ¿Qué idea de energía pretenden trasladar al aula? ¿Qué aspectos tratan en sus propuestas en relación con la energía?

METODOLOGÍA

Los participantes en el estudio son estudiantes de segundo curso del Grado de Maestro de Educación Primaria y la recogida de datos se realizó en el contexto de la materia obligatoria Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias I. En ella se aborda el análisis científico-didáctico de temáticas concretas, entre ellas la energía, con objeto de definir: ¿qué y cómo enseñar la energía a alumnos de primaria?

La propuesta formativa pretende que los estudiantes:

a) adquieran una idea científicamente adecuada de energía, superando posibles limitaciones respecto a este tópico;

b) identifiquen el modelo de energía deseable para educación primaria, teniendo en cuenta tanto el interés personal y social del tema, como las dificultades que tiene su aprendizaje para los niños y

c) valoren la necesidad plantear propuestas de enseñanza que atiendan a aspectos científicos y sociales relevantes en relación a la energía y sean capaces de tomar las decisiones oportunas en ese sentido.

Para alcanzar las finalidades citadas se hace énfasis en el análisis de situaciones próximas y variadas desde el punto de vista energético (objetos y materiales que experimentan cambios -se mueven, cambian de temperatura, se queman...; aparatos que se emplean con diferentes finalidades -mover objetos, calentar...-). Así mismo, se plantea el análisis y discusión sobre la potencialidad educativa de diferentes propuestas de actividades dirigidas a la enseñanza de la energía en la etapa de primaria.

Como actividad de aplicación se propone a los estudiantes que, en pequeño grupo, elaboren una pequeña secuencia de actividades dirigida a tercer ciclo de primaria. Dicha propuesta deberá promover la adquisición de un modelo científico-escolar de energía que, a su juicio, resulte útil para entender qué/cómo/por qué suceden determinados cambios en términos energéticos y, al mismo tiempo, sea asequible a los niños de primaria. Además se les advierte de la importancia de seleccionar contextos concretos, como por ejemplo diferentes aparatos y máquinas que usamos en nuestro día a día (pequeños aparatos domésticos eléctricos y/o manuales, aparatos a pilas, que emplean combustibles, etc.).

Para este trabajo se analizan las propuestas de enseñanza elaboradas por 40 grupos de estudiantes. Cada grupo estaba formado por 3 o 4 sujetos y plantea entre tres y cinco actividades, contabilizándose un total de 161 actividades. Más concretamente, las propuestas de cada grupo fueron categorizadas en función: a) de la idea de energía que promueven y b) de los aspectos o características que tratan respecto a la misma.

Respecto a la idea de energía se establecieron diferentes grados de adecuación según: a) se asocie explícitamente a la capacidad de cuerpos o sistemas para producir cambios en ellos mismos o en otros; b) se presente asociada al funcionamiento de objetos o aparatos concretos; y c) únicamente se destaquen algunas de sus características.

Respecto a las características de la energía se diferenciaron entre: a) sus cualidades -formas/manifestaciones, transformación y transferencia-; b) sus usos -finalidad, origen/obtención y distintas fuentes de energía-; y c) el consumo como problema -gasto de energía, repercusión ambiental y ahorro energético -.

El análisis se realizó por dos investigadores, discutiendo las posibles discrepancias.

RESULTADOS

Prácticamente todos los grupos de estudiantes pretenden trasladar al aula una idea de energía asociada a los sistemas materiales que previamente han seleccionado como objeto de estudio. En concreto:

a) 23 grupos (57.5% del total) relacionan la energía con los cambios que se producen (o podrían producirse) en dichos sistemas (*una batidora, el calentador... cambia la textura de los alimentos, aumenta la temperatura del agua... esos cambios pueden explicarse teniendo en cuenta a la energía...*). Cabe señalar que 14 de esos grupos, introducen previamente, una idea más intuitiva de energía, relacionada con el

funcionamiento de objetos o aparatos concretos (*la batidora, el calentador... necesitan energía para...*).

- b) Otros 15 grupos (37.5%), sin embargo, únicamente la relacionan más o menos genéricamente con el funcionamiento de objetos/aparatos.
- c) Solo dos grupos obvian en sus propuestas la idea de energía.

Paralelamente, cada grupo de estudiantes trabaja aspectos de distinto tipo relativos a la energía (ver Tabla 1).

Categorías		Significado otorgado a las categorías	Grupos
Cualidades	Tipos	Se identifican diferentes manifestaciones de la energía (movimiento→E.cinética, luz→E.luminosa, etc.)	31 77.5%
	Transformación	Se identifican cambios en los tipos de energía en casos concretos (p.e. E.eléctrica → E. luminosa)	28 70%
	Transferencia	Se reconocen aumentos/ disminuciones de energía asociadas a determinados cambios en los sistemas y se realiza el balance energético.	7 17.5%
	Total	35 (87.5%)	
Usos	Fuentes	Se describen las fuentes primarias de energía (carbón, petróleo, viento, Sol...) y sus características (renovables/no renovables)	10 25%
	Origen	Se identifica la procedencia e incluso el proceso de obtención de la energía que usamos los seres humanos (p.e. E. eléctrica).	13 32.5%
	Finalidad	Se destaca la utilidad de la energía en la realización de tareas cotidianas, especificando la variedad de tareas en las que se necesita.	35 87.5%
	Total	37 (92.5%)	
Consumo como problema	Gasto	Se identifica el gasto asociado al uso de diferentes máquinas y aparatos	11 27.5%
	Repercusión ambiental	Se destacan sus efectos sobre el medio ambiente (contaminación, deterioro, etc.).	25 87.5%
	Importancia del ahorro	Se destaca explícitamente la necesidad de tomar medidas para minimizar el consumo y, con ello, contribuir a la conservación del medio.	19 47.5%
	Total	27 (67.5%)	

Tabla 1. Aspectos que tratan los distintos grupos de estudiantes en sus propuestas de enseñanza

A modo de síntesis se aprecia que:

- a) 35 grupos trabajan algunas cualidades de la energía, la mayoría se centra en los diferentes tipos o manifestaciones energéticas (31 grupos) y/o en sus transformaciones (28 grupos). Solo 7 grupos incluyen la idea de transferencia de energía.
- b) Excepto 3 grupos, todos incluyen en sus propuestas aspectos relativos al uso de la energía en nuestra sociedad, aunque la gran mayoría (35 grupos) se centra únicamente en resaltar su finalidad. 13 grupos incluyen aspectos relativos al origen/ obtención de la energía que usamos y 10 trabajan específicamente las diferentes fuentes de energía.
- c) 27 grupos tratan el consumo energético como problema, la gran mayoría (25 grupos) destaca la repercusión ambiental que conlleva dicho consumo y 19 trabajan

explícitamente la importancia del ahorro de energía. Además, 11 grupos hacen mención al gasto personal que implica el consumo de energía.

Por otra parte, el análisis individualizado de las propuestas que, globalmente, elabora cada grupo muestra que (ver figura 1):

- a) La mayoría de los grupos incluye el tratamiento de aspectos variados. En concreto, 23 grupos atienden a los tres tipos -calidades, uso y consumo como problema-, mientras otros 13 atienden a dos de ellos. Más detalladamente, nueve grupos hacen referencia a sus calidades y sus usos y cuatro a estos últimos y al consumo como problema. Solo cuatro grupos trabajan exclusivamente un aspecto, centrándose en calidades de la energía (3 grupos) o en sus usos (1 grupo).
- b) De los 23 grupos que pretenden trasladar al aula la idea de energía más adecuada, asociada a la capacidad de los sistemas para producir cambios, todos excepto dos trabajan también calidades relevantes de la misma, incidiendo específicamente en su transformación y/o transferencia. Sin embargo, de los 15 grupos que se limitan a presentar una idea más intuitiva de energía, asociada al funcionamiento de objetos/aparatos, menos de la mitad (6 grupos) trabaja explícitamente las citadas calidades. Los otros nueve grupos destacan únicamente la existencia de distintos tipos de energía o no hacen mención a ninguna de sus calidades.

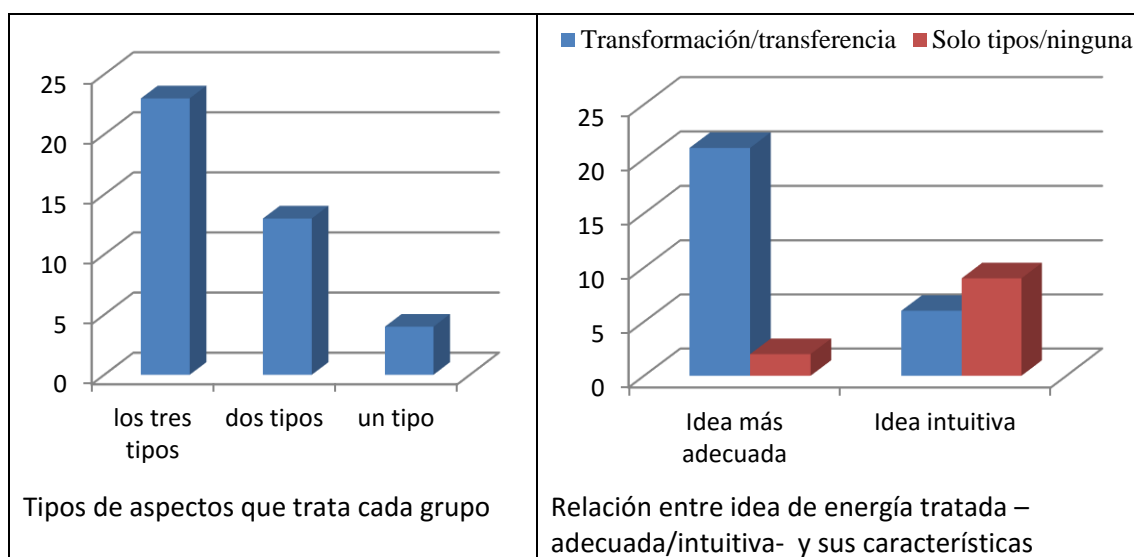


Figura 1 Análisis de las respuestas de cada grupo respecto al tipo y número de aspectos tratados

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

Los maestros en formación que participaron en el estudio incluyen en sus propuestas de enseñanza una idea de energía más o menos elaborada en relación con objetos, aparatos y situaciones próximas y conocidas, aunque poco más de la mitad la asocian explícitamente a la capacidad de los sistemas para producir cambios.

Los participantes también incluyen el estudio de algunas características de la energía y aspectos concretos relacionados con los usos que hacemos de la energía los seres humanos y/o con la problemática asociada al consumo energético.

Los grupos que promueven una idea científicamente más adecuada de energía también ponen más énfasis en su caracterización, destacando en mayor medida su transformación y/o transferencia.

Lo indicado nos conduce a considerar que la propuesta formativa diseñada y llevada a cabo con nuestros estudiantes de magisterio, basada en el análisis de situaciones próximas y variadas desde el punto de vista energético y en el estudio de su potencialidad educativa, ha influido, sin duda, en sus decisiones docentes.

En términos generales, los estudiantes han considerado la importancia de promover una idea de energía asociada a los cambios, lo cual es coherente con las recomendaciones existentes en este sentido para la Educación Primaria ((Millar, 2005; García-Carmona y Criado, 2013). Además, resulta relevante que los participantes que promueven una idea más elaborada de energía trabajen en mayor medida las ideas de transformación y transferencia, pues la atención concedida a las citadas características contribuye a identificar los cambios que se producen en los sistemas, otorgándole un mayor significado al propio concepto de energía (Harlen, 2010; Nordine, Krajcik y Fortus, 2011). Por ello consideramos necesario seguir insistiendo, incluso con mayor intensidad en el modelo científico-escolar de referencia y en su aplicación a situaciones variadas, haciendo más énfasis en la interpretación de los cambios observados en los sistemas en términos de transformación y transferencia de energía.

Los estudiantes también parecen haber asumido la importancia de trasladar al aula conjuntamente la dimensión científica y social de la energía (García, Rodríguez, Solís y Ballenilla, 2007). Sin embargo, respecto a esta última se centran más en la utilidad de la energía que en la consecuencia ambiental de su consumo, quizás porque a pesar de que actualmente es un tema de actualidad y motivo de debate, no han tomado una conciencia real de su potencial formativo (Campbell y Lubben, 2000; Martín, Prieto y Jiménez, 2013). Por tanto, la propuesta formativa empleada debe ser mejorada en ese sentido. En concreto será necesario dedicar un mayor espacio al análisis de situaciones y problemas relacionados con el consumo de energía por parte de las sociedades humanas, así como a la toma de conciencia sobre la importancia de promover desde los niveles educativos básicos el desarrollo de actitudes y comportamientos de ahorro energético, así como la valoración de iniciativas para el desarrollo de alternativas limpias, de normativas tendentes a controlar la contaminación y promover el desarrollo sostenible, etc.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto EDU2011-27772, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

BIBLIOGRAFÍA

Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. En S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1105-1149). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Bächtold, M. y Guedj, M. (2014). Teaching energy informed by the history and epistemology of the concept with implications for teacher education. En M.R. Matthews (Ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 211-242) New York: Springer

- Campbell, B. y Lubben, F. (2000). Learning science through contexts: helping pupils make sense of everyday situation. *International Journal of Science Education*, 22 (3), 239-252.
- Driver, R. y Millar, R. (Eds.) (1986): *Energy matters*. Leeds: University of Leeds.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. y Wood-Robinson, V. (1994) *Making Sense of Secondary Science: Research into children's ideas*. New York: Routledge.
- García, J. E., Rodríguez, F., Solís, M. C. y Ballenilla, F. (2007). Investigando el problema del uso de la energía. *Investigación en la Escuela*, 63, 29-45
- García Barros, S., Martínez Losada, C., González, C. y Bugallo, A. (2012). La energía en la formación de maestros. Comunicación presentada en los XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Santiago de Compostela.
- García-Carmona, A. y Criado, A. (2013). Enseñanza de la energía en la etapa 6-12 años: un planteamiento desde el ámbito curricular de las Máquinas. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(3), 87-102
- Harlen, W. (Ed.). (2010). *Principles and big ideas of science education*. Hatfield: Association for Science Education.
- Liu, X. y McKeough, A. (2005). Developmental growth in students' concept of energy: Analysis of selected items from the TIMSS database. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (5), 493-517.
- Martín, C., Prieto, T. y Jiménez, M. A. (2013). Algunas creencias del profesorado de ciencias en formación sobre la enseñanza de la problemática de la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 649-663
- Martín del Pozo, R. (coord.) (2013): *Las ideas científicas de los alumnos y alumnas de primaria: tareas, dibujos y textos*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid
- Martínez Losada, C. y Rivadulla, J. C. (2015). ¿Cómo progresar en la enseñanza de la energía? *Alambique*, 79, 17-24.
- Millar, R. (2005). *Teaching about energy*. York: University of York
- Nordine, J., Krajcik, J. y Fortus, D. (2011). Transforming Energy Instruction in Middle School to Support Integrated Understanding and Future Learning. *Science Education*, 95(4), 670-699.
- Neumann, K., Viering, T., Boone, W. J. y Fischer, H. E. (2013). Towards a learning progression of energy. *Journal of Research in Science Teaching*, 50 (2), 162-188
- Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J. P., A., y Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: Marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 31-46.
- Solomon, J. (1982). How children learn about energy, or Does the first law come first? *School Science Review*, 63 (224), 415-422
- Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Trumper, R. (1993). Children's energy concepts. *International Journal of Science Education*, 15, 139-148.

Dificultades de los maestros en formación asociadas a la transposición didáctica en Educación Infantil

Mazas, B., Bravo, B.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza.

bmazas@unizar.es

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es examinar las dificultades encontradas maestros en formación de Educación Infantil al realizar una actividad en la que debían adaptar distintos contenidos de Educación para la Salud para tratarlos con su futuro alumnado. Para transmitir esta información debían realizar un vídeo de cinco minutos en el que trataran el tema que les hubiera correspondido, acompañado de una memoria en la que recogieran y explicaran las dificultades encontradas durante el proceso. Entre las dificultades más señaladas destacan las relacionadas con la transposición didáctica desde el saber científico al contenido a enseñar; en concreto las que hacen referencia a la adaptación del lenguaje a la etapa de Infantil o las relacionadas con cómo ha de ser tratado un determinado tema en el aula y las dificultades de aprendizaje suele presentar el alumnado al abordar dicho tema. También se identifican otras dificultades relacionadas con los problemas técnicos derivados de la edición del vídeo o con el establecimiento de criterios para determinar cuál es el saber científico o saber sabio que enmarca el trabajo a realizar.

Palabras clave

Formación de maestros, transposición didáctica, dificultades de aprendizaje, Educación Infantil

INTRODUCCIÓN

Como señala Rosales (2014), la reforma de los planes de estudio en la formación de maestros pone de manifiesto la necesidad de establecer más vínculos entre la teoría y la práctica para aproximar el aprendizaje de los futuros docentes a la realidad del aula. Partiendo de esta idea, en esta comunicación se propone la utilización del vídeo como herramienta con la que los futuros maestros de Educación Infantil han de desarrollar un contenido sobre Educación para la Salud (EpS) cuyos destinatarios serán sus futuros estudiantes. Para la elaboración de este material, los docentes han de: 1) buscar información específica sobre contenidos teóricos como la higiene con las mascotas, la higiene corporal o la prevención de enfermedades; y 2) reflexionar acerca de cómo tratar este tema con su alumnado de infantil. Esto requiere una adaptación del contenido científico al nivel del alumnado con el que se trabaja. Para llevar a cabo esta transformación o adaptación es necesario tener en cuenta no solo el nivel cognitivo de los estudiantes, en este caso, alumnado de Educación Infantil, sino también considerar cómo se contextualiza la temática en el currículo, cómo se tratan estas cuestiones en los libros de texto o en distintas propuestas educativas, qué dificultades de aprendizaje suelen encontrar los estudiantes y qué recursos son los más adecuados para trabajar estos contenidos.

Por tanto, en esta construcción del material didáctico entran en juego aspectos que forman parte de lo que Chevallard (1985) denomina la transposición didáctica, definida como el proceso de transformación del conocimiento desde el saber sabio, o conocimiento reconocido por la comunidad científica, hasta el saber a enseñar. Para enmarcar cuál es el conocimiento científico de referencia, los futuros docentes han de leer y documentarse sobre el tema asignado, profundizando en el saber científico sobre el que se construyen los contenidos que se abordarán en el aula. Estos contenidos no pueden ser presentados al alumnado de la misma forma que se presentan a un adulto, y de ahí la necesidad de una transposición didáctica. Siguiendo a Jiménez Aleixandre y Sanmartí (1997), uno de los factores clave en todo proceso de transposición didáctica es la edad de los estudiantes, por lo que el contenido debe ser coherente con el tipo de problemas que el alumnado puede comprender. Por ello, se requiere una adaptación de este conocimiento al conocimiento a enseñar, en este caso en Educación Infantil.

En la literatura encontramos distintos trabajos que han profundizado en el estudio de cómo se ha realizado la transposición didáctica de contenidos específicos como la sucesión ecológica (Ibarra Murillo y Gil Quílez, 2005), el modelo atómico de Rutherford (Cuellar et al., 2008), la adaptación biológica (De la Gándara y Gil Quílez, 2002) o la biodiversidad (Bermúdez y De Longhi, 2012). Estos estudios se han centrado en el análisis de los cambios y adaptaciones de estos conocimientos a los contenidos que aparecen en libros texto de Educación Secundaria. Otros como Puig Mauriz y Jiménez-Aleixandre (2011) estudian el proceso de transposición llevado a cabo por dos docentes de Educación Secundaria desde el saber científico al saber enseñado en el aula, identificando las estrategias utilizadas por ambos docentes y analizando el conocimiento adquirido por sus estudiantes. En nuestro trabajo nos pareció relevante conocer la toma de decisiones realizada por los estudiantes de Magisterio cuando han de adaptar un tema concreto de EpS a un aula de Educación Infantil, aspecto apenas abordado por la investigación educativa.

De acuerdo con Joshua y Dupin (1993), en la transposición didáctica se pueden distinguir varias fases: 1. Descubrimiento en la mente del investigador, 2. Comunicación científica, 3. Saber en la comunidad científica (saber sabio), 4. Saber en los currículos y en los libros de texto (saber escolar), 5. Saber enseñado en el aula, y 6. Saber aprendido en el aula. Tras los tres primeros pasos, el sistema educativo es el encargado de traducir el objeto a enseñar a un conjunto de conocimientos que los alumnos deberán adquirir, los cuales podemos encontrar recogidos en documentos concretos como el currículum.

En este estudio, los estudiantes de Magisterio de Educación Infantil parten de las fases 3 y 4 de la transposición didáctica, ya que han de analizar el saber sabio y los contenidos concretos recogidos en el currículum y en distintos manuales de texto para diseñar el vídeo-material didáctico solicitado. El objetivo es analizar las dificultades encontradas en el proceso de elaboración del material (vídeo de 4-5 minutos) sobre un tema de EpS. Consideramos relevante estudiar estas dificultades ya que hacen más real la experiencia y contribuyen a un mejor conocimiento de las características de la enseñanza y el aprendizaje de nuestros estudiantes (Rosales, 2014).

METODOLOGÍA

Participantes y contexto

El estudio se realizó con 48 estudiantes de 2º curso del Grado de Maestro de Educación Infantil de la Universidad de Zaragoza, que cursaban la asignatura Infancia, Salud y Alimentación durante el primer cuatrimestre del curso 2015-16.

Procedimiento para la elaboración del vídeo

Para la elaboración del vídeo se siguió la secuencia de trabajo propuesta por Koc (2011), según la cual el procedimiento a seguir es:

1. Se establecen grupos de trabajo de 3-4 estudiantes.
2. Se realiza la asignación a sorteo de los distintos temas de EpS que se trabajarían en cada uno de los grupos. La elección de los temas está basada en los contenidos de la asignatura, extraídos del currículum de Educación Infantil (BOA, 2008). Estos se encuentran recogidos en el Bloque IV “El cuidado personal y la salud”, del área de Conocimiento de sí mismo y autonomía personal (tabla 1). Una vez asignados los temas, cada grupo debía profundizar en el conocimiento científico sobre estos, considerando qué contenidos serían el conocimiento de referencia a tratar en el vídeo.

Tabla 1. Temas de Educación para la Salud asignados por grupos

Grupos	Temas
Grupo 1	La higiene. Me aseo
Grupo 2	La higiene bucodental
Grupo 3	La higiene después de ir al baño
Grupo 4	La higiene con las mascotas
Grupo 5	La protección solar
Grupo 6	La higiene de los alimentos
Grupo 7	Accidentes y envenenamientos
Grupo 8	Consumo de frutas y verduras I
Grupo 9	La higiene de mi ambiente
Grupo 10	Prevención de enfermedades
Grupo 11	La higiene del sueño
Grupo 12	Los piojos
Grupo 13	Consumo de frutas y verduras II

3. Se selecciona el nivel de Infantil al que iría dirigido el vídeo y se considera qué recurso visual se iba a emplear: marionetas, actuación de los integrantes del grupo en el vídeo, utilización de niños en edad infantil para reproducir situaciones, etc. El objetivo que debían conseguir con el vídeo era que a partir de la información recibida, los niños comenzaran a entender que existen agentes internos o externos que pueden alterar su estado de salud y bienestar, y que estos agentes pueden prevenirse o tratarse si desarrollamos una actitud favorable hacia la higiene y la salud.
4. Una vez grabado el vídeo, se realiza el montaje del mismo. Para ello se utilizan programas como Movie Maker u otros más sofisticados, según los conocimientos del grupo en este tipo de aplicaciones.
5. El quinto paso consiste en el análisis por parte de los estudiantes de qué aspectos del vídeo podrían mejorarse, bien porque no se entiendan algunos conceptos, bien porque no se oyen correctamente o porque la velocidad a la que se dicen no permite que los alumnos de infantil lo entiendan. Este paso se llevó a cabo tanto por los propios constituyentes del grupo como por parte de las profesoras de la asignatura.
6. Al final del cuatrimestre, la exposición pública del vídeo a sus compañeros de clase supondría una evaluación por iguales, donde señalarían qué aspectos podrían mejorar en cada uno de los grupos.

Recogida de datos

Junto con el vídeo, los estudiantes debían entregar a la docente responsable de la asignatura una memoria escrita en la que recogían información relacionada con el nivel de Educación Infantil al que iba dirigido el vídeo, los objetivos de aprendizaje que se pretendían alcanzar, la contextualización del contenido en el currículo y las dificultades que habían identificado al realizar la adaptación del contenido a la etapa de Infantil.

Análisis

Partiendo de la memoria escrita por los estudiantes, se ha realizado un análisis de su contenido, identificando las dificultades encontradas en el proceso de elaboración del material didáctico. Distinguimos entre tres tipos de dificultades: 1) las relacionadas con el establecimiento del marco teórico de referencia o saber científico; 2) las relacionadas con las dificultades en la elaboración del vídeo, a las que denominamos dificultades técnicas; y 3) las relacionadas con el proceso de transformación de los contenidos científicos o de referencia al conocimiento a enseñar, las que denominamos con el término de dificultades en la transposición didáctica. En concreto, las dificultades derivadas del saber científico se corresponden con aquellas que presentan los futuros docentes para determinar qué conocimiento científico puede servirles de referencia para elaborar el vídeo y dónde pueden encontrarlo, considerando la fiabilidad de las fuentes de donde extraen la información (artículos de revistas, libros especializados o páginas web de entidades gubernamentales).

Las dificultades técnicas se relacionan con los problemas de edición de vídeos, de calidad de imagen, ubicación de la cámara, o con la selección de los protagonistas del vídeo (niños de infantil, los propios estudiantes disfrazados o marionetas).

Por último, las dificultades en la transposición didáctica se relacionan con la toma de decisiones acerca de cómo adaptar el saber científico al saber a enseñar en la etapa de Educación Infantil, a la selección de un lenguaje comprensible para este alumnado y al conocimiento acerca de cómo han de tratarse estos temas en el aula de Infantil, los obstáculos encontrados por el alumnado en su aprendizaje y qué tipo de estrategias se deben emplear para solventarlos (Schulman, 1987).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos, atendiendo a la clasificación de las dificultades propuesta en el apartado anterior, se muestran en la tabla 2. Como se puede observar, no todos los grupos presentan todas las dificultades descritas, aunque muchos de ellos reconocen las relacionadas con la adaptación del contenido a la etapa de Educación Infantil.

Tabla 2. Dificultades identificadas en las memorias en cada grupo

	Saber científico	Dificultades técnicas	Transposición didáctica
Grupo 1	x	x	
Grupo 2			x
Grupo 3	x	x	x
Grupo 4			x
Grupo 5			x
Grupo 6		x	x
Grupo 7		x	x
Grupo 8		x	x
Grupo 9		x	x
Grupo 10			x
Grupo 11			x
Grupo 12		x	x
Grupo 13	x	x	

Con respecto a las dificultades derivadas del saber científico, destacan aquellas relacionadas con la búsqueda y selección de una información apropiada. Tres de los trece grupos las consideran tan importantes como para señalarlas en la memoria, como muestra un extracto de la memoria del grupo 1: “tuvimos ciertas dificultades para encontrar páginas web que ofrecieran información o artículos fiables”, y otro del grupo 3: “nos han surgido algunas dificultades como la escasez de información sobre la higiene después del baño, especialmente en edad infantil”.

En las tutorías se les hacía especial hincapié en que debían ser fuentes fiables y que evitasen el uso de blogs y páginas no especializadas, sin embargo la búsqueda por parte de los estudiantes no es del todo apropiada. Por ejemplo, esperan encontrar multitud de información introduciendo en el buscador el tema específico con las palabras exactas, y no se obtiene el resultado esperado. En este sentido, coincidimos con Hernández Serrano (2013) en que “la selección hasta encontrar información relevante o de calidad puede volverse una tarea incierta, una complicada toma de decisiones y, dependiendo de la información, una actividad larga y tediosa, teniendo que separar y cribar lo que realmente es valioso” (p. 88).

El segundo bloque de dificultades se corresponde con los problemas técnicos derivados de la elaboración del vídeo. Entre ellos aparece la adecuación de los recursos a la etapa educativa a la que va destinada. Los futuros docentes reconocen los problemas encontrados al decidir qué recursos serían los más adecuados para la etapa de Infantil, dado que muchos de sus alumnos no saben leer adecuadamente, como señalan los grupos 7, 8 y 12. También identifican dificultades relacionadas con el manejo de programas de edición de vídeos (grupos 1, 7 y 13), así como de la elección de protagonistas de la misma edad con quien los niños puedan sentirse identificados. En los siguientes extractos se hace

patente esta última dificultad “La primera complicación surgida fue encontrar niños comprendidos entre 3 y 6 años dispuestos a participar en nuestro video” (Grupo 6), “También supuso una dificultad en la realización de la transposición didáctica trabajar con las niñas protagonistas del vídeo, Eva y Laia, debido a su edad. Si bien se mostraron muy dispuestas a ayudar, a lo largo de la sesión se fueron cansando” (Grupo 9).

Por último, las dificultades que han aparecido con mayor frecuencia al diseñar y realizar el vídeo son las relacionadas con las decisiones sobre la adecuación de los contenidos a la Educación Infantil. De estas dificultades, 11 de los 13 grupos destacan las relacionadas con el uso de un vocabulario apropiado y sencillo para las edades a las que se dirigen los vídeos. En concreto, en la adaptación de temas abstractos para el alumnado de Infantil como la existencia de organismos microscópicos (grupo 9), o en la explicación de algunos temas sin que los alumnos interpreten cierta connotación negativa (grupo 4). Por ejemplo, cuando se trata el tema de la prevención de enfermedades para establecer los hábitos higiénicos con las mascotas, los estudiantes presentan cierto rechazo a jugar con ellas, como medida preventiva.

En el grupo 5 los estudiantes reconocen como dificultad el desconocimiento sobre cómo tratar un contenido determinado en el aula; en concreto, presentan problemas para decidir cómo explicar cómo determinados tipos de radiación solar afectan al ser vivo y sus consecuencias, por ejemplo en el caso de la radiación ultravioleta, y para conectar lo anterior con la necesidad de usar protectores solares al ir a la playa, tal y como indican: “incluso los miembros del grupo lo desconocíamos”. Por tanto, estamos de acuerdo con Bahamonde y Pujol (2005) al considerar que los maestros presentan dificultades en la comprensión de los temas científicos que han de trabajar en sus aulas. Estas autoras también señalan con respecto al uso del lenguaje científico, que los maestros acortan y simplifican los contenidos al mismo tiempo que los traducen. Por ejemplo en la memoria del grupo 2 aparecen referencias a las bacterias considerándolas como “bichitos que tenemos en la boca”. También utilizan diminutivos en algunos términos y omiten otros como acidez, esmalte o metabolismo sustituyéndolo por ideas como “los bichitos tienen mucha hambre y se comen los dientes”.

Una de las razones por las que los futuros docentes consideran que encuentran estas dificultades reside, tal y como manifiesta el grupo 8, en su falta de experiencia real: “Por otro lado, nos resultó complejo determinar los objetivos que queríamos expresar en el video, debido a la falta de experiencia en el contacto con los niños, lo que nos dificultaba empatizar con ellos”. Consideramos que esto a su vez les lleva a tener problemas al determinar qué objetivos de aprendizaje deben alcanzar sus alumnos al trabajar el contenido propuesto.

Por último, observamos que solo el grupo 10 incluyó, basándose en estudios previos, las dificultades que podrían tener los alumnos de infantil en cuanto a la comprensión del concepto de enfermedad o de prevención. Este último grupo expresa que “teniendo en cuenta su desarrollo cognitivo en todo momento, somos capaces de adaptar todo el lenguaje circundante y no utilizar explicaciones demasiado técnicas pero esto no nos exime de utilizar los términos con el nombre que tienen, por ejemplo, los microorganismos son microorganismos y no bichitos desde que un niño tiene 3 años, lo que no es necesario es que entienda todo el significado asociado a ese término”.

CONCLUSIONES

Utilizar la transposición didáctica para la elaboración del material didáctico incluido en el vídeo solicitado a los futuros docentes les permitió hacer explícitos los pasos y las

decisiones tomadas en el diseño del mismo. Por ejemplo, al tener que considerar qué objetivos de aprendizaje se han de cubrir, a qué nivel de alumnado va dirigido, de cuánto tiempo se dispone o cómo ha de ser tratado un determinado concepto en un aula de ciencias de Educación Infantil.

En este proceso se observa que el aspecto en el que reconocen haber tenido la mayoría de las dificultades es el relacionado con la capacidad para realizar una adecuada transposición didáctica. Con respecto a ello, los y las participantes del estudio presentan problemas al adaptar ciertos temas de Educación para la Salud a la etapa infantil, lo cual se manifiesta sobre todo en el uso del lenguaje. En grupos como el 2 simplifican el lenguaje, utilizan diminutivos y cambian los conceptos por otros que ellos consideran “menos técnicos”, y en otro consideran que los términos de los conceptos deben mantenerse como tales, y que no debe cambiarse.

También, el grupo 8 manifiesta que dada su inexperiencia en las aulas de infantil (en este curso todavía no han hecho prácticas escolares) es más notable su falta de percepción de la capacidad cognitiva de los alumnos de esta etapa y la aplicación práctica del contenido tratado durante la asignatura a un contexto de aula real. No obstante, consideramos que una aproximación de este tipo de trabajos, ha ayudado a estos futuros docentes a acercarse al pensamiento concreto del niño y a la realidad del aula de Infantil, permitiéndoles poner de manifiesto los problemas que podrían encontrar en su futuro profesional. Además, hemos detectado que no suelen recurrir a la información recogida en estudios sobre didáctica de ciencias para ayudarles a conocer cómo se han trabajado estos temas en Educación Infantil o qué dificultades de aprendizaje concretas pueden encontrar sus alumnos. A pesar de que tener esta información pueda ayudarles a llevar a cabo la tarea propuesta. Consideramos importante que durante su formación se den cuenta de que existen este tipo de investigaciones para que puedan utilizarlas en su andadura profesional, por lo que deberíamos seguir insistiendo en este sentido.

AGRADECIMIENTOS

Al PIIDUZ 15_302 y al proyecto JIUIZ-2015-CIE-04, ambos financiados por la Universidad de Zaragoza.

BIBLIOGRAFÍA

Bahamonde, N. y Pujol, R. M. (2005). Las ideas de un grupo de maestras de Educación Infantil sobre los conocimientos científicos a enseñar: El caso de los alimentos y la alimentación. Número extra. *VII Congreso de Enseñanza de las Ciencias*, 1-5.

Bermúdez, M. G. y de Longhi, A. L. (2012). Análisis de la transposición didáctica del concepto de biodiversidad. Orientaciones para su enseñanza. En A. Andrade (Ed.), *Algunas aproximaciones a la investigación en educación en Enseñanza de las Ciencias Naturales en América Latina* (pp. 115-153). Argentina: DIE.

BOA (2008). ORDEN de 28 de marzo de 2008, del Departamento de Educación, Cultura y Deporte, por la que se aprueba el currículo de la Educación infantil y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.

Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble: La Pensée Sauvage.

Cuellar, L., Gallego, R. y Pérez, R. (2008). El modelo atómico de E. Rutherford. Del saber científico al conocimiento escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(1), 43-52.

De la Gándara, M. y Gil Quílez, M. J. (2002). Del modelo científico de «adaptación biológica» al modelo de «adaptación biológica» en los libros de texto de Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 303-314.

Hernández Serrano, M. J. (2013). La búsqueda y selección de la información online: análisis de las acciones estratégicas de los estudiantes universitarios. *Education in the knowledge society*, 14(2), 85-106.

Ibarra Murillo, J. y Gil Quílez, M. J. (2005). Enseñar los cambios ecológicos en la secundaria: un reto para la transposición didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(3), 345-356.

Jiménez Aleixandre, M. P. y Sanmartí, N. (1997). ¿Qué ciencia enseñar?: objetivos y contenidos en la Educación Secundaria. En L. del Carmen (Ed.), *La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria* (pp. 17-45). Barcelona: Horsori.

Joshua, S. y Dupin, J. J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. París: PUF.

Koc, M. (2011). Let's make a movie: Investigating pre-service teacher's reflections on using video-recorded role playing cases in Turkey. *Teaching and Teacher Education*, 27, 95-106.

Puig Mauriz, B. y Jiménez Aleixandre, M. P. (2011). Different music to the same score: teaching about genes, environment, and human performances. En T. Sadler (Ed.). *Socio-scientific issues in the classroom* (pp. 201-238). Dordrecht: Springer.

Rosales, C. (2014). Utilización activa del vídeo en la formación inicial de educadores. *Tendencias Pedagógicas*, 24, 387-400.

Schulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.

Conocimiento Didáctico del Contenido Dinámico sobre la Carga Eléctrica en Bachillerato: Un estudio de Caso

Melo, L. V., Cañada, F., Marín, E., Pozo, A., Mellado, V.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas.
Universidad de Extremadura. 06010 Badajoz.*

lvmelo@unex.es

RESUMEN

Presentamos resultados generales de un estudio descriptivo de tipo cualitativo, en el que caracterizamos, a través de un estudio de caso, el conocimiento didáctico del contenido (CDC) sobre la carga eléctrica de una profesora de física colombiana de bachillerato con formación inicial en didáctica de la física a partir de lo que hace en el aula. Las categorías de análisis consideradas fueron: conocimiento sobre el currículo, conocimiento sobre los estudiantes y conocimiento sobre la evaluación. Los resultados muestran que el CDC dinámico se caracteriza por: (i) una articulación de los contenidos que no tiene en cuenta las reflexiones que la profesora realiza sobre las necesidades y dificultades de sus estudiantes sobre el aprendizaje del campo eléctrico; (ii) dificultades de aprendizaje justificadas desde las características del contenido que se enseña; y (iii) consideraciones de una participación activa de los estudiantes durante la enseñanza de la carga eléctrica.

Palabras clave

Conocimiento Didáctico del Contenido, formación del profesorado, carga eléctrica, profesorado de bachillerato.

INTRODUCCIÓN

En los últimos 20 años el conocimiento didáctico del contenido (CDC) ha sido el sustento y la heurística de muchas investigaciones sobre la formación y el desarrollo profesional de los profesores de ciencias. Este conocimiento se ha estructurado y construido a partir de conocimientos de diferente origen y naturaleza, y es construido en tanto los profesores enseñan tópicos específicos de su área de saber.

La gran mayoría de los modelos, por lo menos los que se desarrollan después del trabajo presentado por Magnuson et al. (1999), consideran que el CDC de ciencias tiene cinco componentes: *orientaciones y concepciones sobre la enseñanza de las ciencias; conocimiento curricular; conocimiento del aprendizaje y las ideas de los estudiantes; las estrategias didácticas y la evaluación*. Estos dominios han sido las categorías de análisis preferidas por los investigadores.

La agenda actual sobre esta línea de investigación, se centra en el proceso de desarrollo del CDC mediante investigaciones empíricas que intentan mostrar cómo se conectan los diferentes aspectos de este conocimiento y cómo puede influir una componente en el crecimiento de las otras (Henze et al., 2008; Henze y van Driel, 2011; Park y Chen, 2012). Su repercusión inmediata se da en la estructura de los cursos de formación del profesorado (Etkina, 2010; Michelini et al., 2013) al intentar propiciar espacios de reflexión sobre el

CDC de los contenidos curriculares que enseñarán, y una mayor vinculación entre la teoría y la práctica. Sin embargo, el desarrollo del CDC no es la única preocupación de esta línea de investigación, pues se siguen tratando aspectos específicos del CDC, tales como el uso de modelos sobre el CDC (Drechsler y van Driel, 2008; Henze et al., 2008), la naturaleza de la ciencia (Hanuscin et al., 2010), la evaluación formativa (Falk, 2011) y el dominio afectivo (Garriz y Mellado, 2014; Gess-Newsome, 2015; Mellado et al., 2014). A continuación especificaremos la principal aportación de esta comunicación, y los antecedentes de la investigación.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

La mayoría de las investigaciones que vinculan los cambios y la caracterización del CDC, especialmente en el caso de la enseñanza de la física, se han centrado en lo que los profesores piensan o dicen que hacen, dejando de lado la actuación en el aula. Por tanto, documentar el CDC en y sobre la acción, sobre distintos contenidos para la enseñanza de la física, sigue siendo una tarea por realizar. Esta investigación contribuye específicamente a este aspecto. La intención de este trabajo, es la de identificar las características del CDC desde lo que los profesores hacen en su aula durante la enseñanza de la carga eléctrica.

Antecedentes de la investigación

Desde nuestra perspectiva, el CDC es un conocimiento con su propia estructura, fuentes, componentes, naturaleza y filtros que lo posibilitan, y sobre todo legitima a la enseñanza como una profesión (Alvarado et al., 2015; Melo et al., 2015). Es un punto de encuentro y un proceso activo y dinámico entre los conocimientos que el profesor adquiere a través de su formación y experiencia, y la práctica de aula (Alonzo y Kim, 2015; Nilsson, 2008).

Shulman (2015) y Alonzo and Kim (2015) señalan el olvido que se ha tenido en algunas investigaciones de la práctica de aula dentro de las investigaciones sobre el CDC. Alonzo y Kim (2015) en su estudio, ponen de manifiesto la necesidad diferenciar durante la medición del CDC los aspectos dinámicos y estáticos. Define el CDC dinámico como aquel relacionado con la práctica de aula y los razonamientos que subyacen en su toma de decisiones durante la instrucción, y el CDC estático como aquel relacionado con lo que los profesores declaran sobre la enseñanza de los contenidos específicos. Gess-Newsome (2015) llama al CDC declarativo, conocimiento específico, y lo clasifica como un conocimiento diferente al CDC.

En nuestro caso, y en concordancia con lo planteado por Alonzo y Kim (2015), consideramos que la caracterización del CDC puede desarrollarse a partir de tres niveles: declarativo, diseño y acción, los cuales corresponden a lo que el profesor piensa, planifica y hace frente a la enseñanza de un contenido específico. Consideramos además, que la coherencia entre estos tres niveles y su permanencia en el tiempo son indicadores del proceso de transformación e integración del conocimiento profesional.

Los resultados específicos sobre el CDC dinámico con profesores de física nos sugieren que el CDC dinámico está altamente permeado por la calidad del CDC declarado, y por las orientaciones sobre la enseñanza centrada en los estudiantes. Además el reconocimiento del CDC dinámico les permite a los profesores ser más receptivos a las nuevas situaciones de enseñanza que surgen en el aula y está en disposición de pensar críticamente sobre el aprendizaje de sus estudiantes, el contenido de la física que enseñan, y los pros y contras de las representaciones de instrucción que proponen (Alonzo y Kim, 2015, Melo et al., 2016).

Objetivos de Investigación

Nuestro trabajo forma parte de un estudio más amplio que analiza la evolución del CDC de profesores de física colombianos durante el curso (2011 y 2012), antes y después de un programa de intervención, considerando lo que los profesores declaran, lo que planifican y lo que hacen en el aula, para la enseñanza del campo eléctrico. Aquí solo hacemos referencia a algunas componentes del CDC para una profesora durante la enseñanza de la carga eléctrica, un tópico muy específico dentro del tema general del campo eléctrico, durante el curso 2011. En consecuencia el objetivo del estudio es:

- a) Describir el CDC representado en el conocimiento sobre el currículo, los estudiantes y la evaluación, en la práctica del aula sobre la carga eléctrica de una profesora de física de bachillerato.

METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló con una profesora licenciada en física, con edad de 28 años y experiencia docente de 7 años, a la que llamaremos Isabel. Su formación incluye conocimientos sobre historia y epistemología de las ciencias y didáctica de la física. Actualmente trabaja en una institución educativa de carácter privado y femenino en la ciudad de Bogotá, Colombia.

En nuestro estudio los procedimientos de recogida de datos que se utilizaron para caracterizar el CDC fueron las observaciones de clase en video, el diario del profesor y sus reflexiones después de cada clase. Durante el 2011 se realizaron 5 observaciones de clase, todas ellas de una duración de 50 minutos. Las observaciones fueron transcritas y posteriormente una copia fue entregada a la profesora para su posterior validación. Para determinar las razones del cambio, utilizamos entrevistas semiestructuradas antes y después de las observaciones de clase, los diarios de campo y los registros etnográficos correspondientes a las sesiones del proceso de intervención.

La sistematización de los datos y su análisis se realiza siguiendo las técnicas de análisis de contenido (Bardin, 1986). Para desarrollar el esquema de categorización se tomaron como base los modelos de Magnuson et al. (1999), las componentes comunes reportadas en las investigaciones sobre el CDC en física y las categorías emergentes del proceso de análisis de los datos. Las categorías consideradas fueron: A) conocimiento curricular, B) conocimiento sobre las dificultades y necesidades de los estudiantes y, C) conocimiento sobre la evaluación.

Para la descripción de cada categoría se consideraron las descripciones dadas por los modelos de enseñanza en didáctica de las ciencias experimentales (Melo, 2015). Para facilitar el proceso de codificación, realizamos una plantilla de registro como se muestra en la tabla 1.

Componente del CDC	Categorías	Unidades de Información
A. Conocimiento Curricular	A1. Contenidos y Patrón temático	
	A2. Organización de los contenidos	
	A3. Importancia del Contenido a enseñar	
	A4. Fuentes y Recursos	
	A5. Objetivos de Aprendizaje	
B. Conocimiento sobre las dificultades y necesidades de los estudiantes	B1. Naturaleza de las Ideas de los Estudiantes	
	B2. Cambio o refuerzo en las ideas de los estudiantes	
	B3. Participación y motivación	
	B4. Dificultades y Limitaciones para la comprensión de los contenidos	
	B5. Necesidades, intereses y preferencias de los estudiantes.	
C. Conocimiento sobre la Evaluación	C1. Finalidad de la Evaluación	
	C2. Objeto de la evaluación	
	C3. Quienes participan en la evaluación	
	C4. Tipos de Evaluación	
	C5. Diseño, Organización e Instrumentos de evaluación	
	C6. Calificación	

Tabla 1. Plantilla de Registro para Análisis del CDC dinámico

RESULTADOS

Los principales resultados los sintetizamos en la tabla 2, considerando las componentes del CDC: conocimiento curricular, conocimiento sobre las dificultades y necesidades de los estudiantes, y conocimiento sobre la evaluación. A continuación profundizaremos en la descripción de cada categoría.

Componentes del CDC	Características
A. Conocimiento Curricular	-La carga eléctrica como principio organizador del patrón temático. - Utiliza hechos de la vida cotidiana, la historia de las ciencias y experiencias demostrativas, para motivar y como contenido. -Los objetivos planteados son tanto conceptuales como procedimentales.
B. Conocimiento sobre las dificultades y necesidades de los estudiantes	-La profesora privilegia el diálogo constante en el aula porque considera que así da cuenta del rol activo de sus estudiantes, sin embargo las explicaciones de las estudiantes son consideradas como errores a superar.
C. Conocimiento sobre la Evaluación	-Considera que los estudiantes mantendrán pocas dificultades de aprendizaje frente a la electrificación y, al ser un contenido fácil, no requiere ser evaluado en profundidad

Tabla 2. Caracterización del CDC dinámico de Isabel

Conocimiento Curricular

De forma explícita no se proponen contenidos actitudinales, fuera de los que acontecen de forma espontánea durante las clases (A1), sin embargo sí se presenta una variedad de contenidos tanto conceptuales como procedimentales. Encontramos que los procedimientos se relacionan con la observación, representación, clasificación, identificación y relación de variables. Son 37 las intervenciones registradas donde la profesora propone algunos de estos contenidos. Ejemplos de ello es;

[...]Que tenga muchos electrones implica que no todos están ligados con la misma fuerza al átomo y que algunos de ellos se puede decir tal cual, que están libres, y el hecho de que estén libres implica que ellos se puedan mover, eso nos va a permitir a nosotros clasificar los materiales que estamos utilizando aquí, dependiendo de esta capacidad o no, de permitir que los electrones se muevan. [Clase 1, 2010-2011]

Para describir el concepto de carga eléctrica, la profesora hace referencia a situaciones anteriores, trabajadas durante el capítulo de óptica y la caracterización de la luz como onda. Recuerda la descripción y necesidad de incluir el concepto campo y la idea de flujo de electrones para describir la electricidad. También reclama las imágenes que las estudiantes tienen sobre la estructura y algunas propiedades de la materia, vistas en sus cursos de química, ya que le permiten situar el modelo de carga a nivel atómico (A1, A3).

El contenido de carga es tal vez la única oportunidad explícita de vincular situaciones cotidianas a su clase. Durante su explicación parte de los fenómenos utilizados en otros cursos de ciencias, o en otros contextos como las ferias de ciencias o museos de ciencias. La secuencia de contenidos a la que alude todo el tiempo es lineal. La profesora se centra en enumerar uno a uno los contenidos que va viendo, tal como se ha planificado (A2). Las razones a las que alude la profesora para justificar la importancia del concepto carga son, la importancia indiscutible dentro de la física, como requisito para comprender el concepto fuerza y campo (A3).

Para el concepto de carga son fuentes de información primarias las ideas que expresan los estudiantes sobre los fenómenos electrostáticos propuestos; también lo es la profesora a través de su discurso y las distintas estrategias que utiliza para presentar la información (A4). La mayoría de las intervenciones de los alumnos, en las que aportan información, son por requerimiento de la profesora. Las preguntas realizadas a las estudiantes surgen enteramente durante el desarrollo de la clase. Para todos los casos espera siempre una única respuesta. Esta respuesta se ajusta, principalmente, a la información que ha plasmado en sus apuntes de clase.

Se describen 15 objetivos conceptuales y 5 procedimentales (A5). Los conceptuales buscan que las estudiantes: i) definan los distintos términos utilizados para dar cuenta de la fenomenología electrostática, como carga eléctrica, polarización e inducción; ii) caractericen el comportamiento de cuerpos cargados eléctricamente; y iii) relacionen lo que se observa con la teoría. Los procedimentales se centran en el uso de la representación como estrategia para incrementar la comprensión, y las implicaciones de fondo que emergen en la realización de experimentos, aunque sea la profesora la única que los efectúa.

Conocimiento sobre las dificultades y necesidades de los Estudiantes

Isabel considera importante conocer estas ideas erróneas o los conocimientos confusos para las estudiantes (C1), esto le permite enfocar el tema y rediseñar la ruta temática planificada.

Ahora podemos hacer una explicación mucho más amplia o más precisa, digámoslo así, de lo que sucedió con la bomba y los papilitos. [Clase 1; 2010-2011]

El método para conocer las ideas de las estudiantes fue a través de un cuestionario de preguntas abiertas, que las estudiantes solucionaron individualmente en casa antes de iniciar el estudio de la electrostática. El cuestionario fue diseñado por los autores de esta comunicación. La profesora describe durante la intervención la incomodidad que le generó el uso de este material. El cuestionario se convirtió en un elemento extraño que no encajaba con el resto de actividades diseñadas. También hizo uso de demostraciones experimentales, cuya función fue la de indagar en las explicaciones de las estudiantes; se utilizaron para convencer a las estudiantes de la explicación dada por la profesora era la correcta. Una forma de rebatir o corregir las ideas equívocas (C1).

El diálogo continuo, y las implicaciones de las estudiantes antes de dar las definiciones es para la profesora la mejor forma de aprender, en el poco tiempo disponible. También lo

son la actitud que proyecta la profesora y la motivación. Por esta razón incluye experiencias demostrativas que apoyan su explicación y comparte su asombro sobre lo que hace o explica en clase, u otras experiencias personales, frente a los contenidos a enseñar. Sin embargo, el bombardeo continuo de experiencias demostrativas hace que las estudiantes pierdan el rumbo de lo que se debe observar (C4).

Para fomentar la participación utiliza, principalmente, las preguntas generales a toda la clase. Las preguntas de alto nivel cognitivo suele usarlas antes de mostrar las definiciones de los contenidos, y las de bajo nivel cognitivo durante el proceso de definición, o recapitulación de una idea. La profesora suele hacer una devolución reflexiva sobre las respuestas de las estudiantes, evita hacer refuerzo inmediato y, calla para obligar a que las estudiantes participen (C3).

Las ideas alternativas que identifica Isabel durante las clases son aquellas donde sus estudiantes asumen carga como energía, la cual no interviene, sino reemplaza por la explicación de la carga en términos de transferencia de electrones; y aquella donde las estudiantes explican a través de las experiencias magnéticas lo que se observa sobre los fenómenos electrostáticos.

Finalmente, las definiciones dadas por la profesora sobre polarización y electrificación por inducción, resultan problemáticas para las estudiantes ya que se presentan como procesos homólogos en tipos de materiales distintos, conductores y dieléctricos (C2).

Conocimiento sobre la Evaluación

La descripción de este nivel y su tendencia no difiere de lo planteado durante la fase de diseño. Los instrumentos y estrategias planificadas se replicaron según lo previsto (C6). Fueron tres las actividades calificadas: taller grupal tomado de un libro de texto, prueba escrita de duración corta y el examen bimestral con pregunta de selección múltiple.

El taller grupal lo vinculó a la clase como punto de partida para introducir nuevos conceptos. Se entregó al finalizar la clase 1 y se socializó durante la clase 2. El taller se desarrolló por parejas en espacios distintos a los de la clase (C2). Antes de ser calificado, la profesora mediante la llamada retroalimentación, solicita a sus estudiantes las respuestas dadas para su posterior validación. Durante el desarrollo de la retroalimentación, las estudiantes tienen la oportunidad de modificar las respuestas dadas al taller (C1/C2). Los criterios de evaluación son la coherencia y cohesión de las respuestas.

Una cosita en cuanto ya a la representación de las fuerzas, cuando las cargas son iguales, que algunas omitieron hacer la representación, o que a la hora de escribir las respuestas, pues fue como tan, tanto la redacción como la falta de claridad en la diferencia de materiales aislantes y conductores, que hizo que unas respuestas no fueran tan amplias, pero en general estuvimos bien no hubo mayor dificultad. [Clase 3]

Durante la clase la profesora suele comprobar la comprensión de los estudiantes mediante expresiones como *¿(Sí) Es claro?*, *¿Hay alguna pregunta?*, *¿listo?*, *¿sí?*, *¿sí o no?* o mediante la proposición de otras situaciones o preguntas generales a toda la clase (C2):

¿Cómo podemos representar que ya tiene un exceso de electrones? Ponemos aquí en la superficie de la bomba menos (-) qué representaría los electrones que tiene de más, ganados de mi cabello, ¿sí o no? [Clase 1; 2010-2011]

La profesora, por tiempo, no realizó actividades de retroalimentación, y la actividad de autoevaluación propuesta se convirtió en una valoración más, resultado de la aprobación realiza por la profesora sobre la calificación que cada estudiante consideró.

CONCLUSIONES

La caracterización del CDC dinámico es un ejercicio complejo y depende de los instrumentos utilizados para su caracterización. El presente artículo aporta a este fin. Mostramos de forma detallada como hacer explícito el CDC para contenidos de física.

Aunque la profesora lleva algunos años de experiencia en la docencia de la física, no transpone de forma lineal los constructos realizados en años anteriores de práctica profesional al nuevo contenido que enseña, la carga eléctrica. Este CDC tiene características tanto de una tendencia de enseñanza tradicional como constructivista, pero por sí sólo no representa oportunidades de cambio en las prácticas de enseñanza si no es sometido de forma intencionada a procesos de reflexión orientada.

De acuerdo con el objetivo propuesto, las características principales del CDC de Isabel desde la práctica de aula son:

- A) La lógica que articula la proposición de los contenidos no tiene en cuenta las reflexiones que la profesora realiza sobre las necesidades y dificultades de sus estudiantes sobre el aprendizaje del campo eléctrico.
- B) Las principales dificultades de aprendizaje se deben a las características del contenido en sí mismas y no a un contenido pensado desde su enseñanza.
- C) Aunque mantiene ideas sobre la participación activa de sus estudiantes en el aula, sólo valida y toma en cuenta las respuestas e ideas que plantean los estudiantes con relación a la temática que se ve en clase. Sin embargo, no se retoma en las definiciones o explicaciones que concluye la profesora.

Agradecimientos: Los autores agradecen al Gobierno de Extremadura y al Fondo Social Europeo por la financiación recibida para la realización de esta investigación (Proyecto GR15009) así como al Ministerio de Economía y Competitividad de España. Dirección General de Investigación (Proyecto: EDU2012-34140). L.V. Melo-Niño agradece a la Universidad de Extremadura la concesión de una beca predoctoral.

BIBLIOGRAFÍA .

- Alonzo, A. C. y Kim, J. (2015). Declarative and dynamic pedagogical content knowledge as elicited through two video-based interview methods. *Journal of Research in Science Teaching*, (in press)
- Alvarado, C., Cañada, F., Garritz, A., Mellado, V. Canonical pedagogical content knowledge by CoRes for teaching acid-base chemistry at high school. *Chemistry Education Research and Practice*, 16, 603-618
- Bardin, L. (1986). *El análisis de contenido*. Madrid: Akal
- Etkina, E. (2010). Pedagogical content knowledge and preparation of high school physics teachers. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 6(2), 020110.
- Garritz, A. y Mellado, V. (2014). El conocimiento didáctico del contenido y la afectividad. En A. Garritz, S. F. Daza y G. Lorenzo (eds.): *Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva Iberoamericana* (pp. 229-264). Saarbrücken, Alemania: Editorial Academia Española.

- Gess-Newsome, J (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. En Berry, A., Friedrichsen, P., Loughran, J. (Eds) re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education (pp. 28-42). New York: Routledge
- Hanuscin, D., Lee, M. H., y Akerson, V. L. (2010). Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. *Science Education*, 95(1), 145-167
- Henze, I., van Driel, J. H. y Verloop, N. (2008). Development of Experienced Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Models of the Solar System and the Universe. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1321-1342.
- Henze, I. y van Driel, J. H. (2011). Science Teachers' Knowledge about Learning and Teaching Models and Modeling in Public Understanding of Science. Cognitive Tools for Scientific Enquiry. En Khine and Saleh (Eds). *Models and Modeling in Science Education*. London y New York: Springer Dordrecht Hewidelberg
- Magnusson, S., Krajcik, J. y Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of the CDC for science teaching. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (Eds.). *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95-132). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer A.P.
- Mellado, V., Borrachero, A.B, Brígido, M., Melo, L.V., Dávila, M.A, Cañada, F., Conde, M.C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. y Bermejo, M.L. (2014) Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36
- Melo-Niño, L.V (2015) Desarrollo del Conocimiento Didáctico del Contenido sobre el Campo Eléctrico con profesores de Física Colombianos de bachillerato, mediante un programa de intervención. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura: Badajoz.
- Melo-Niño, L.V., Cañada, F. y Mellado, V. (2015). Initial Characterization of a Colombian High School Physics Teacher' Pedagogical Content Knowledge on Electric Fields. *Research in Science Education*. doi:10.1007/s11165-015-9488-4
- Melo-Niño, L.V., Cañada, F. Mellado, V y Buitrago, A. (2016). Desarrollo del Conocimiento Didáctico del Contenido en el caso de la enseñanza de la Carga Eléctrica en Bachillerato desde la práctica de aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencia*, 13(2), 449-465.
- Michelini, M., Santi, L. y Stefanel, A. (2013). La formación docente : un reto para la investigación. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 10(Núm. Extraordinario), 846-870.
- Nilsson, P. y Loughran, J. (2011) Exploring the Development of Pre-Service Science Elementary Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, 23(7), 699-721.
- Park, S. y Chen, Y.-C. (2012). Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(7), 922-941.
- Shulman, L. (2015). PCK: Its genesis and exodus. En Berry, A., Friedrichsen, P., Loughran, J. (eds) *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (pp. 3-13). New York: Routledge.

Despertar para a relevância dos contextos não formais no ensino das ciências naturais no 1º ciclo do ensino básico

Paixão, F., Jorge, F. R.

Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Castelo Branco & Centro de Investigação Didática e Tecnologia Educativa na Formação de Formadores – CIDTFF, Portugal.

mfpaixao@ipcb.pt

RESUMO

Tendo em conta as orientações atuais da educação em ciências, particularmente para a escolaridade básica, que dão relevo à contextualização das aprendizagens no meio local, a escola deve ser uma instituição aberta à comunidade, em sintonia com o quotidiano, e capaz de assumir a sua responsabilidade na formação de cidadãos ativos e implicados na construção de uma sociedade da qual a ciência é indissociável e parte integrante. Naturalmente que se os futuros professores não experienciarem, durante o estágio, situações de prática ajustadas a tais perspetivas, as suas competências profissionais ficam limitadas.

Apoiado nos pressupostos referidos, o estudo que se apresenta teve como objetivo compreender se a utilização de contextos não formais, do meio próximo, na formação constitui uma estratégia que inicia os futuros professores na planificação e implementação de sequências didáticas numa perspetiva integradora das ciências com outras áreas do currículo do 1.º Ciclo do Ensino Básico (1º CEB). A metodologia foi de índole qualitativa e centrou-se na análise de planificação e de desempenho didático dos futuros professores. Os resultados da estratégia delineada, ao longo dos últimos quatro anos, têm sido muito positivos.

Palavras chave

Formação Inicial de Professores; Ensino Básico; Ensino das Ciências; Contextos não formais; Prática de Ensino;

INTRODUÇÃO

O estágio ocupa um tempo privilegiado na formação inicial dos professores. Supõe-se que nele se desenvolvem competências específicas da profissão docente, ou seja, indispensáveis para os professores potenciarem a formação de cidadãos responsáveis, ativos e implicados na construção da desejada sociedade sustentável e democrática.

Nas frequentes acusações feitas à escola, aponta-se esta como desfasada da realidade social e como um espaço fechado à comunidade. Contudo, pouco tem sido feito no sentido de ultrapassar essas fragilidades e de a renovar.

A formação inicial de professores é frequentemente encarada como uma oportunidade a explorar como contributo para mudar a cultura enraizada na escola. Assim, se os estagiários não experienciarem na sua prática de ensino supervisionada (estágio),

situações de planificação, implementação e avaliação de percursos de ensino e aprendizagem e a construção de recursos didáticos ajustados ao ensino em contextos formais mas também em contextos não formais, fica dificultada a sua ação como professores no sentido da abertura da escola à comunidade e ao meio envolvente. São escassas as referências a estratégias de formação inicial que relevam o valor da interação da escola com o meio envolvente, objetivado em visitas de estudo intencionalmente projetadas para a abertura e propiciadoras de aprendizagens curriculares explícitas.

Tomámos como pressuposto que as cidades e as suas regiões envolventes são ricas em património natural e cultural (histórico, artístico, científico,...) com elevado potencial educativo, que importa conhecer com vista a preservar e a explorar (Paixão, 2006). Assim, na formação inicial de professores, principalmente para o ensino básico, deve proporcionar-se a oportunidade de usar este património como recurso educativo (Paixão, 2005).

Destas reflexões, emergiu a problemática de como transformar a formação dos professores que vão ensinar ciências no 1.º Ciclo do Ensino Básico (CEB) numa oportunidade de compreenderem e usarem o meio local como recurso educativo. Vários estudos evidenciam que a preparação destes professores tem sido muito deficiente, pela falta de oportunidades para planificarem, implementarem e avaliarem visitas de estudo (Rodrigues, 2011) nos locais mais próximos da escola e das vivências dos alunos e as articularem intencional e explicitamente com os conteúdos curriculares. O objetivo perseguido foi o de compreender se a utilização de contextos não formais do meio próximo na formação se constitui como uma estratégia que inicia os futuros professores na planificação e implementação de sequências didáticas numa perspetiva integradora das ciências com outras áreas do currículo do 1.º CEB, na interação entre contextos formais e não formais.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os conceitos de educação formal e educação não formal não têm definições inequívocas nem únicas. A UNESCO (2006) apresentou a educação não formal como a que consiste na aprendizagem decorrente de atividades educativas planeadas, organizadas e sustentadas, fora das instituições educativas formais.

Tem aumentado o consenso entre os investigadores de educação em ciência relativamente ao valor e ao papel dos contextos não formais, dando a estes um lugar de destaque (Osborne & Dillon, 2007; Morentin, 2010; Rodrigues, 2011). Assim, não faz sentido opor educação formal e educação não formal (Nogueira, Tenreiro-Vieira e Cabrita, 2014) e a escola não pode ser alheia a este potencial educativo que está fora das suas paredes. Vários autores evidenciam a complementaridade dos dois contextos, o formal e o não formal, considerando este segundo como um recurso, simultaneamente educativo e cultural, focado na aprendizagem ativa dos alunos (Morentin, 2010). Ajustando a ideia de Morentin, a escola necessita de integrar os contextos não formais para melhorar a aprendizagem e os espaços extraescolares necessitam de potenciar a sua ação educativa apresentando-a às escolas.

Há diversos estudos e também orientações de entidades nacionais e internacionais que explicitam o valor educativo dos contextos não formais e incentivam a sua exploração como um recurso valioso (CEC, 2000; UNESCO, 2006). Nos quadros atuais da didática das ciências, se é consensual o valor dos contextos não formais também o é a perceção da escassez destes lugares do meio próximo validados como potencialmente educativos bem como a necessidade de atividades e de bons recursos (Paixão & Jorge, 2014). Acresce

sublinhar que há também que ter em conta que a maior parte das instituições de formação de professores, das que conhecemos em Portugal, não proporciona aos seus estudantes formação para lidarem adequadamente com os contextos não formais tirando partido deles na educação das crianças (Paixão & Jorge, 2015). Efetivamente, tem-se evidenciado que a preparação dos futuros professores é ainda deficiente neste domínio, não sendo dada oportunidade para planificarem, implementarem e avaliarem as três fases articuladas da utilização educativa de um contexto não formal (pré-visita; visita; pós-visita) que a investigação tem vindo a relevar (Faria & Chagas, 2012; Guisasola & Morentin, 2005;; Jorge & Paixão, 2012; Kisiel, 2005; Morentin & Guisasola, 2014,...). Em geral, as visitas de estudo escolares, quando existem, restringem-se ao programa pré-estabelecido ou ocasional, guiado pelos responsáveis do local visitado (Ortigão, 2013). Tratando-se, em geral, de espaços temáticos contextualizados e inseridos num local concreto, as visitas de estudo, apesar da sua natureza efémera, tornam possível uma abordagem integradora dos saberes. Aliás, o seu âmage é o potencial para proporcionar aprendizagens curriculares socializadoras, ativas e integradas.

Embora ainda não muito extensa, a investigação aponta para o impacto positivo dos contextos não formais em múltiplas experiências de aprendizagem dos alunos mas aponta também para a necessidade de encorajar os professores a tornarem-se familiares com os locais a visitar, para a indispensabilidade/exigência de planear as atividades das visitas de forma alinhada com os objetivos curriculares, para dar tempo aos alunos para a exploração orientada do local, para a valorização integrada das três etapas já apontadas e sua articulação com o currículo. Ao mesmo tempo, também se tem evidenciado que os professores valorizam as visitas de estudo escolares vendo-as como uma oportunidade educacional (Kisiel, 2005). Apesar disso, em geral não são conduzidas de forma a maximizar o desenvolvimento de competências de diversa ordem que pode resultar da sua realização (Cox-Petersen & Pfaffinger, 1998).

Como corolário do que se acabou de evidenciar, a formação de professores apresenta-se como a oportunidade de inverter algumas dificuldades sentidas na escola atual e de despertar os futuros profissionais para a relevância dos contextos não formais nas aprendizagens curriculares. É, de facto, importante que os futuros professores se apercebam de modos didáticos de aumentar o impacto de boas experiências nas aprendizagens das crianças (DeWitt & Osborne, 2007).

METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO

O estudo seguiu uma metodologia qualitativa de índole analítica, descritiva e interpretativa. Os dados foram recolhidos por análise de conteúdo aos Relatórios de Estágio Profissional (Prática de Ensino Supervisionada) dos estudantes que aceitaram o desafio de acrescentar à sua prática em sala de aula a experiência de ensino na interação entre os contextos formais e não-formais.

A nossa análise recaiu sobre os 15 Relatórios inscritos, na linha da interação de contextos formais e não formais que orientámos nos últimos cinco anos.

Apresenta-se, de seguida, a caracterização geral dos estudos desenvolvidos pelas estagiárias, o que converge para a explicitação da estratégia de formação. A título ilustrativo, também se apresenta, sucintamente, o planeamento e a ação desenvolvida no âmbito de uma visita de estudo ao Museu Cargaleiro, em Castelo Branco, Portugal.

AS INVESTIGAÇÕES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DO 1.º CEB NA INTERAÇÃO ENTRE CONTEXTOS DE EDUCAÇÃO FORMAL E NÃO FORMAL

De facto, perante a complexidade da profissão docente, exige-se um saber próprio especializado que ultrapasse em muito o domínio dos conceitos de áreas disciplinares isoladas, interpretado por Shulman (1987) e outros autores subsequentes como conhecimento didático do conteúdo. Necessariamente, o tempo de Estágio deve, entre outros requisitos habitualmente presentes, proporcionar a ampliação da formação para “contextos alargados e multidisciplinares” (Dec-Lei 74/2006). Desse modo, clarificamos a estratégia de formação que adotamos na orientação geral dos estudos que integram os Relatórios de Estágio Profissional de futuras professoras que temos acompanhado.

Problemática geral das investigações

A problemática geral das investigações desenvolvidas pelos estagiários tem sido centrada no potencial educativo da interação entre os contextos formais e não formais e a possível contribuição dos segundos como impulsionadores de aprendizagens curriculares significativas e ativas dos alunos do 1.º CEB.

Principais questões de investigação:

Os estudos desenvolvidos têm sido construídos na base de questões de investigação com o sentido das seguintes:

- Em que medida as aprendizagens realizadas em contexto não formal promovem aprendizagens de âmbito curricular, significativas, ativas, integradas e socializadoras, nos alunos do ensino básico?
- De que modo se estabelece, a nível didático, a relação entre os contextos formais e não formais (ou seja, como planificar, implementar e avaliar propostas de ensino e aprendizagem)?

Com vista a dar resposta às questões de investigação formuladas, os estagiários definem objetivos identificados com:

- Pôr em evidência o valor dos contextos de educação não formal para a aprendizagem de conceitos, capacidades e atitudes.
- Conceber atividades e recursos a utilizar na prática educativa que, explícita e intencionalmente, permitam apreender o valor dos contextos não formais para atingir os objetivos curriculares (focamo-nos na educação em ciências e matemática mas na perspetiva da integração das áreas curriculares).
- Implementar e avaliar na escola e nos espaços fora da escola, articuladamente, as atividades planeadas.
- Analisar o contributo das atividades realizadas para a aprendizagem dos alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico e para o seu desenvolvimento profissional.

Metodologia geral dos projetos de investigação

A metodologia geral das investigações conduzidas pelos estagiários integra-se em perspetivas qualitativas, vertidas num desenho de investigação-ação (Latorre, 2003). Os futuros professores desenvolvem um ciclo de investigação-ação que é planeado, refletido e modificado enquanto hipótese de prática, implementado e observado e, de novo, refletido. São envolvidos neste processo, o estagiário, o seu orientador cooperante

(professor da turma de 1.º CEB onde se desenvolve o estágio) e as orientadoras do estudo a integrar no Relatório de Estágio Profissional.

Dada a complexidade do processo educativo, em particular quando se trata de professores em formação, a recolha de dados, com vista a obter respostas para as questões formuladas tem, efetivamente, que se assumir e desenvolver como multifacetada e multifocada. Assim sendo, evidenciam-se alguns instrumentos e técnicas, usados de forma conjugada: (i) Observação participante; (ii) Registos escritos (textos; desenhos...); (iii) Questionários e outros elementos de avaliação; (iv) Registos fotográficos; (v) Diário reflexivo; (vi) Entrevista semiestruturada (ao orientador cooperante). As investigações desenvolvem-se durante o estágio no 1.º CEB e implicam o planeamento de atividades e a construção de recursos didáticos e a sua implementação e avaliação seguidas de análise e reflexão. Os planos de ação didática são desenhados tendo em mente a valorização da interação dos contextos formais e não formais para proporcionar aprendizagens relevantes.

Têm sido identificados diversos elementos do património da cidade como contextos não formais a explorar durante o estágio.

Instrumentos e técnicas de recolha de dados

Dada a complexidade do processo educativo, em particular quando se trata de professores em formação, a recolha de dados, com vista a obter respostas para as questões formuladas tem, efetivamente, que se assumir e desenvolver como multifacetada e multifocada. Assim sendo, evidenciam-se como adequados e necessários alguns instrumentos e técnicas associados às metodologias descritivas e interpretativas, usados de forma conjugada, como sejam: (i) Observação participante; (ii) Registos escritos das crianças (textos; desenhos...); (iii) Questionários às crianças e outros elementos de avaliação; (iv) Notas de campo; (v) Registos fotográficos; (vi) Diário (reflexão continuada sobre a prática de ensino); (vii) Entrevista semiestruturada (à professor cooperante - titular da turma); Como fomos dizendo, as investigações desenvolvem-se na Prática de Ensino Supervisionada (PES) no 1.º CEB e implicam o desenho de planos de ação didática que envolvem o planeamento de atividades e a construção de recursos didáticos e a sua implementação e avaliação seguidas de análise e reflexão. Os planos de ação didática são desenhados tendo em mente a valorização da interação dos contextos de educação formal e não formal para proporcionar aprendizagens significativas, ativas, integradas e socializadoras.

Exemplos de atividades desenvolvidas no âmbito da Prática de Ensino Supervisionada

Algumas atividades já organizadas/experienciadas pelos estagiários a quem orientámos o estudo de investigação no âmbito do estágio, prendem-se, por exemplo, com: Sementeiras e plantações; Resolução de problemas - conceptual e ou através de simulação com recurso ao uso de materiais manipulativos; Atividades experimentais; Colheita e ou observação de plantas/partes de plantas - com vista a descrição morfológicas e ou organização de plantas (por exemplo, elaboração de herbários); Preparação de xaropes, infusões, decocções; Jogos diversificados (seja de estratégia conceptual seja de destreza física, seja, ainda, conjugando os dois aspetos).

Damos particular relevo, a título ilustrativo, a um dos estudos desenvolvidos que explora conexões naturais da Ciência e da Matemática com a Arte, de modo a evidenciar o uso do meio local na formação dos futuros professores (Antunes, 2016). Nele, esteve implicada realização de uma visita ao Museu Cargaleiro em Castelo Branco, espaço aberto à sociedade que não se esgota na expressão artística e, como tal, se constitui como

local apelativo e potencialmente promotor de aprendizagens ativas e significativas. Por exemplo, conceitos como os de luz e cor são transversais à arte e à ciência, apenas enfocados em problemáticas diferenciadas no olhar que dirigem para o universo.

O estudo, intitulado “O Abstrato das Ciências e Matemática no Concreto da Arte” e desenvolvido numa turma de 4.º ano de escolaridade, contemplou a realização das fases articuladas que preveem a realização de atividades antes, durante e após a visita. Apresenta-se na figura 1 um panorama geral das atividades planeadas e implementadas pela futura professora.

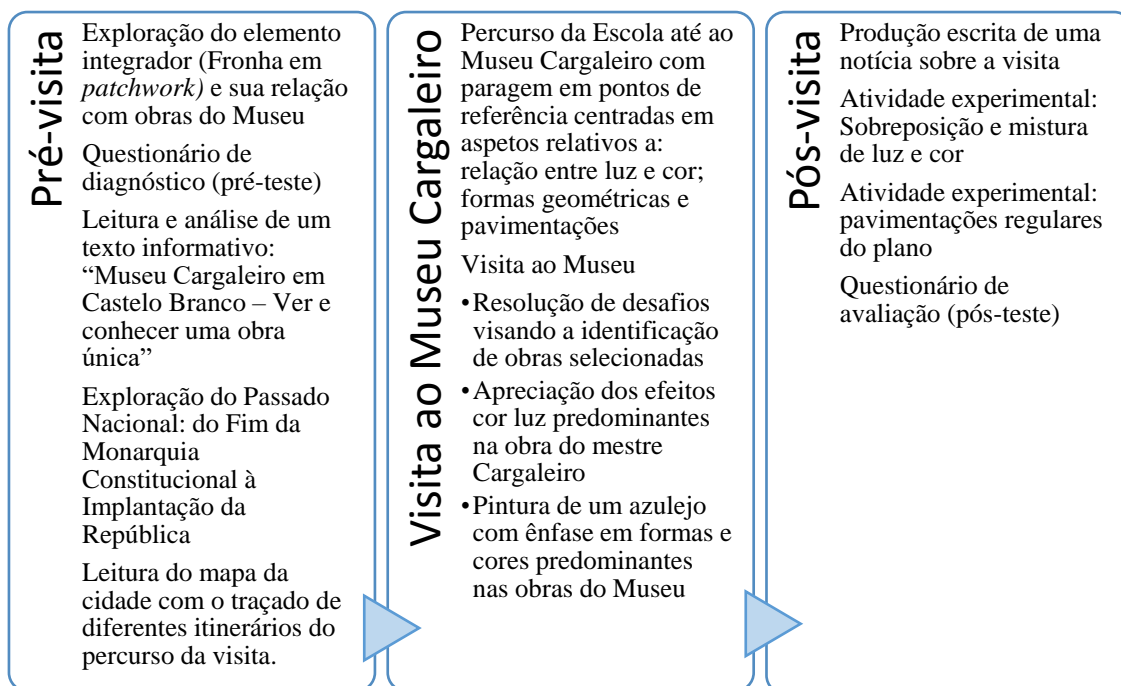


Figura 2. Apresentação global do percurso de ensino e aprendizagem

Apesar de a sequência didática e sua implementação cobrirem todas as áreas do currículo, apenas damos relevo a uma atividade em cada uma das fases. Na fase de pré-visita, tomando como ponto de partida uma fronha de almofada feita em *patchwork* e a reprodução de imagens de uma manta de Ermelinda Cargaleiro, mãe de Manuel Cargaleiro, 1957, e da pintura a óleo “The Geometrical Composition of Summer”, de Manuel Cargaleiro, 1989, pretendeu-se identificar elementos geométricos comuns aos três artefactos culturais, comparar a técnica, a diversidade de cor e as influências da técnica *patchwork* nas obras do artista. A metodologia base utilizada foi o trabalho coletivo. Ainda nesta fase, os alunos procederam à leitura e interpretação do mapa da cidade com o traçado de diferentes itinerários do percurso da visita e a identificação de ruas paralelas e perpendiculares.

Já no Museu, os alunos foram confrontados com pistas para a localização de obras selecionadas. Por exemplo, através do desafio “Estou escondido no meio de muitos /Minha base azulão é/ Os quadriláteros me inspiram /A luz é o meu centro e o sombreado de cores o meu alento”, foram conduzidos até um painel de azulejos “s/título”, de 1993, e, perante a obra, responderam a um conjunto de questões relacionadas com formas geométricas e com cor. É de salientar a motivação constante e a participação ativa do grupo em todas as atividades e/ou questões colocadas no percurso feito a pé até ao Museu. No Museu foi notório o entusiasmo que a observação da arte de Cargaleiro provocou em resultado da exploração da luz e da cor na pintura.

Abriu-se, assim, caminho para propor em sala de aula a questão: “Qual a relação da cor de um objeto com a luz?”. Os alunos fizeram previsões e desenharam um percurso experimental, tomando decisões sobre o que manter, o que mudar e o que observar e como proceder.

O empenho dos alunos foi muito elevado, evidenciando terem compreendido que a luz tem influência na cor que os objetos exibem, existindo, nas palavras dos alunos, *situações em que a sobreposição de cores criou uma terceira cor devido ao contacto com a luz e noutras situações não existiu efeito algum*. Outro grupo referiu que obteve *círculos escuros devido à falta de luz transmitida do círculo através do retângulo por causa da cor deste*. Ainda outro registou que *os retângulos do papel celofane são como uns óculos escuros*. Após a comparação com as previsões iniciais de cada grupo, a conclusão foi feita coletivamente: *Os objetos não têm cor dentro deles, a cor que observamos depende da luz que incide neles e da que refletem e chega aos nossos olhos*.

Sobre esta atividade, escreve a estagiária: “Como professora estagiária, o resultado final superou as nossas expectativas, surpreendeu todos os alunos e a própria professora cooperante, tendo esta reconhecido mais tarde, na entrevista, ter sido das tarefas que mais a fascinaram” (Antunes, 2016, p. 178).

A entrevista à cooperante contribuiu para a validação das atividades e recursos. Para esta professora, a proposta *liga a aprendizagem com o meio físico envolvente e leva os alunos a aprender e analisar aquilo que os rodeia dando utilidade aos conhecimentos*. Focou ainda que as atividades foram devidamente planeadas e desenvolvidas sendo adequadas. Realçou aspetos como a participação, curiosidade e envolvimento dos alunos, fazendo sobressair que tal resultou da boa articulação das três fases. Destacou o desenvolvimento integral das crianças referindo que todos evoluíram de forma positiva, nas capacidades de observação e comunicação e na exploração de fenómenos científicos. Mencionou ainda que esta experiência despertou o pensamento abstrato e permitiu um novo estímulo para o estudo das ciências.

REFLEXÃO FINAL

O objetivo da partilha das nossas reflexões relativas à orientação de projetos de investigação-ação alavancados no Estágio e sua relevância no desenvolvimento profissional de futuros professores foi evidenciar uma estratégia formativa que se fundamenta no reconhecido valor da interação entre contextos formais e não formais para aprendizagens de ciências e matemática das crianças.

Na sequência da orientação de um conjunto de investigações para conclusão do Mestrado dos futuros professores do 1.º CEB que, partindo de problemáticas associadas à prática e dela emergentes, as transformaram em questões de investigação e partiram para a construção de percursos didáticos que implementaram e avaliaram. O traço inovador, para os futuros professores, foi o envolvimento de contextos não formais na exploração de conteúdos curriculares, neste caso, de ciências.

As crianças evidenciaram envolvimento cognitivo, motor e afetivo nas atividades propostas, manifestando permanente entusiasmo e envolvimento na aprendizagem. Quanto aos orientadores de estágio, apreciaram o interesse das propostas didáticas concebidas e desenvolvidas pelas estagiárias e o seu valor educativo, tanto na aprendizagem das ciências como na perspetiva de aprendizagens transversais, tal como é evidenciado nas opiniões manifestadas: *O espaço exterior promove mais a aprendizagem porque os alunos estão mais interessados. (...) Nesta faixa etária o concreto deve ser privilegiado em detrimento da abstração, pois o facto de abordarmos determinados*

conteúdos em situações concretas ajuda os alunos a adquiri-los melhor (Heitor, 2013, p. 234); (...) o trabalho da sala de aula ficou enriquecido com o trabalho da visita (...) [os alunos] tiveram a oportunidade de aplicar e aprofundar alguns conteúdos (Santos, 2012, p. 113); a aprendizagem formal (...) tem de ser necessariamente complementada com a educação não formal, em que a aquisição do conhecimento é feita com base na motivação, pesquisa, observação, análise, registo, experimentação e reflexão, porque só assim os alunos fazem aprendizagens corretas e completas (Marques, 2013, p. 195); aprendizagens em vários domínios (...) desses conhecimentos, capacidades e atitudes resultaram competências ao nível do saber (conhecimentos cognitivos), do saber-fazer (observações, consultas de mapas, interpretações de códigos), do saber ser (respeito pelo ambiente e manifestações de solidariedade) (Dordio, 2013, p. 124); (...) todos os alunos evoluíram de forma positiva nas capacidades de observação e comunicação e na exploração de fenómenos científicos (...) as tarefas propostas nos três momentos da visita desencadearam, nos alunos, motivação e interesse na aquisição de aprendizagens significativas, nomeadamente, nas áreas curriculares. (...) a escola, não deve distanciar-se do seu meio envolvente e as aprendizagens devem ser concretizadas tendo como base o real (Antunes, 2016, p. 199).

No que respeita às futuras professoras, revelaram entusiasmo e um envolvimento crescentes na condução das investigações reconhecendo o valor da interação dos contextos formais e não formais, tal como ressalta das suas reflexões: *A nossa prática ficou ainda mais enriquecida, até porque acabou por conduzir os nossos alunos numa busca pelo conhecimento, fazendo deles os principais construtores das suas aprendizagens e conduzindo-os a profundas reflexões. Assim, podemos afirmar que a exploração de espaços não formais de educação em articulação com o trabalho realizado em sala de aula poderá assumir-se como um recurso educativo repleto de potencialidades, nomeadamente na promoção de atividades integradoras das diversas áreas curriculares (Heitor, 2013, p. 239); (...) a nossa investigação (...) pretendeu encontrar outras formas de melhorar as aprendizagens das crianças/alunos, colmatando, dessa forma, algumas das suas dificuldades e enriquecendo as suas aprendizagens. (...) ajudou-nos a perceber o quão importante é a articulação entre os espaços formais e não formais de educação para a aprendizagem das crianças, sendo essencial proporcionar às mesmas esta articulação, para os mais diversos conteúdos (Taborda, 2013, p. 258); (...) com esta experiência recolhemos evidências e refletimos para o nosso futuro profissional sobre a importância de saber aplicar atividades e dinâmicas que visem o desenvolvimento de competências (...) e conexões entre diferentes áreas curriculares, na interação entre o contexto de educação sala de aula (formal) e os contextos culturais e sociais (não formal) (Antunes, 2016, p. 204).*

Concluimos que é desejável e necessário integrar esta estratégia de formação nos estágios dos futuros professores de 1.º CEB com vista ao seu desenvolvimento profissional e que o meio local se tem vindo a afirmar como um contexto não formal com um elevado potencial formativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antunes, L. (2016). O Abstrato das Ciências e Matemática no Concreto da Arte. *Relatório de estágio não publicado*, Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco.

CEC (2000). *A memorandum of lifelong learning*. Commission of the European Communities. SEC: Brussels.

- Chagas, I. (1993). Aprendizagem não formal/formal das ciências: relações entre museus de ciência e escolas. *Revista de Educação*, 3(1), 51-59.
- Cox-Petersen, A. M., e Pfaffinger, J. A. (1998). Teacher preparation and teacher-students interactions at a discovery center of natural history. *Journal of Elementary Science Education*, 10(2), 20-35.
- DeWitt, J., e Osborne, J. (2007). Supporting teachers on science-focused School Trips: Towards an integrated framework of theory and practice. *International Journal of Science Education*, 29 (6), 685-710.
- Dordio, S. (2013). Jogos matemáticos no 1.º Ciclo do Ensino Básico: do Horto de Amato Lusitano à sala de aula. *Relatório de estágio não publicado*, Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco.
- Guisasola, J., e Morentin, M. (2005). Museos de ciencias y aprendizaje de las ciencias: una relación compleja. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 43, 58-66.
- Heitor, A. F. (2013). Aprender para além da escola... à descoberta da matemática e das ciências nas plantas do horto de Amato Lusitano. *Relatório de estágio não publicado*, Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco.
- Jorge, F. R., e Paixão, F. R. (2012). Horto de Amato Lusitano – Um espaço de educação não formal na formação em ciências de professores para o ensino básico. In J. M. Domínguez Castiñeiras (Ed.), *Atas do XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 675-682). Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela.
- Kisiel, J. (2005). Understanding elementary teacher motivations for science fieldtrips. *Science Education*, 86(6), 936-955.
- Latorre, A. (2003). *La investigación-Acción*. Barcelona: Graó.
- Marques, A. C. (2013). Aprender matemática e ciências em espaços não formais no 1.º Ciclo do Ensino Básico – das plantas aos remédios de Amato Lusitano. *Relatório de estágio não publicado*, Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco.
- Morentin, M., e Guisasola, J. (2014). La visita a un museo de ciencias en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 364-380.
- Morentin, M. (2010). *Los museos interactivos de ciencias como recurso didáctico en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria*. Bilbao: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.
- Nogueira, S. (2014). Exploração Matemática de módulos interativos de ciências: um estudo de caso no “Jardim da Ciência” em articulação com a sala de aula com alunos do 1.º ciclo do ensino básico. *Tese de doutoramento não publicada*, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Nogueira, S., Tenreiro-Vieira, C., e Cabrita, I. (2014). A promoção da capacidade de resolução de problemas através da articulação de contextos de educação formal e não formal de ciências. *Investigar em Educação – II série*, 1, 141-161.
- Ortigão de Oliveira, M. M. M. (2013). Gestão Sustentável dos Recursos – Educação CTS na interação entre contextos formais e não formais. *Dissertação de Mestrado não publicada*, Universidade de Aveiro, Aveiro.

- Osborne, J., e Dillon J. (2007). Research on learning in informal contexts: Advancing the field? *International Journal of Science Education*, 29(12), 1441-1445.
- Paixão, F., e Jorge, F. R. (2014). Relação entre espaços de educação formais e não formais: uma estratégia na formação de professores para o ensino básico. In G. Portugal, A. I. Andrade, C. Tomaz, F. Martins, *et al.* (Org.), *Formação inicial de professores e educadores: experiências em contexto português*. Aveiro: UA Editora
- Paixão, F., & Jorge, F. R. (2015). Desenvolver o conhecimento para ensinar matemática na interação entre contextos formais e não formais. In A. Canavarro, L. Santos, C. Nunes, e H. Jacinto (Eds.), *Atas do XXVI Seminário de Investigação em Educação Matemática* (pp. 92-106). Lisboa: APM - Associação de Professores de Matemática.
- Paixão, M. F. & Jorge, F. R. (2012). Explorar espaços físicos e sociais da cidade para a educação científica. In M. J. Martín-Díaz, M. S. Gutiérrez-Julián, e M. A. Gómez-Crespo (Coords.), *Actas do VII Seminário Ibérico/III Seminário Ibero-americano CTS no ensino das Ciências "Ciência, Tecnologia e Sociedade no futuro do ensino das ciências"* (pp.1-12). Madrid: AIA-C TS.
- Paixão, M. F. (2005). Devolver a la naturaleza el agua que utilizamos en la ciudad. Una propuesta de enseñanza contextualizada en el entorno del alumnado. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 46, 60-67.
- Paixão, M. F. (2006). (Coord.). *Educação em Ciência Cultura e Cidadania. Encontros em Castelo Branco*. Coimbra: Alma Azul.
- Rodrigues, A. (2011). A educação em ciências no ensino básico em ambientes integrados de formação. *Tese de doutoramento não publicada*, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Santos, J. C. (2012). *Horto de Amato Lusitano - Matemática em estado vivo. Relatório de estágio não publicado*, Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-21.
- Taborda, A. R. (2013). Aprender para além da escola... explorar os cinco sentidos no Horto de Amato Lusitano. *Relatório de estágio não publicado*, Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco.
- UNESCO (2006). *Synergies between formal and non-formal education: an overview of good practices*. Paris: UNESCO.

Las actividades dialógicas e interactivas en el aula de ciencias: una herramienta útil para la formación inicial del profesorado de Educación Primaria

Pipitone, C., Caminal, A., Marchán, I., García, A., Margazo, M., Guitart, J., Sánchez, N.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Barcelona.
cpipitone@ub.edu.*

RESUMEN

En el siguiente trabajo presentamos las actividades dialógicas como una herramienta didáctica en el proceso de formación de los futuros maestros en educación primaria de la Universidad de Barcelona. Dichas actividades se realizan en el contexto de la asignatura Didáctica de la materia, la energía y la interacción.

En esta comunicación compartimos los criterios de evaluación de la competencia didáctica utilizados por el profesorado de la asignatura como indicadores del aprendizaje de los futuros maestros.

Las valoraciones que realizan los maestros en formación inicial de las actividades dialógicas una vez que las han puesto en práctica (una vez que han realizado su actividad dialógica) dan cuenta del potencial de la herramienta didáctica y de la significatividad y relevancia que tienen las mismas en su formación inicial.

Palabras clave

Actividad dialógica, formación de profesorado, educación primaria, competencia didáctica

INTRODUCCIÓN

En el siguiente trabajo presentaremos una de las actividades principales que se realizan con los estudiantes de segundo curso de grado en Educación Primaria de la Universidad Barcelona en el contexto de la asignatura “Didáctica de la materia, la energía y la interacción” (DMEI).

Dada la importancia de la comunicación en los procesos de enseñanza-aprendizaje, con especial interés en la comunicación en las aulas de ciencias; se plantea a los alumnos de DMEI que lleven a la práctica una actividad dialógica (AD) con alumnos de educación primaria. A través de sus intervenciones, ya sean propuestas de experiencias, observaciones, preguntas, etc. tendrán que conseguir que los alumnos de primaria hagan explícitas sus ideas previas; a partir de las mismas deberán ir planteando diferentes intervenciones con la finalidad de conseguir que estas ideas evolucionen y se aproximen al conocimiento científico escolar.

El contexto de trabajo de DMEI se basa fundamentalmente en la realización de prácticas de laboratorio a partir de las cuales se fomentan las AD con los maestros en formación

inicial (MFI). A su vez, en el transcurso de la asignatura se realizan actividades de análisis de diálogos entre alumnos de primaria y MFI; esto permite que los alumnos vayan familiarizándose con la metodología a lo largo de todo el curso.

La AD que llevan a cabo los alumnos de DMEI tiene una relevancia considerable dentro de la asignatura ya que es material de evaluación de conocimientos científicos y didácticos alcanzados, fundamentalmente la capacidad de realizar una intervención dialógica en una situación concreta de enseñanza–aprendizaje.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS QUE JUSTIFICAN LA PROPUESTA

El instrumento mediador-clave para cualquier aprendizaje es el lenguaje, puesto que es el medio para poder interactuar eficazmente con los otros. Este trabajo pone su principal interés en el uso del lenguaje en el ámbito de las ciencias.

En el aula, se dan diferentes intervenciones entre el profesorado y sus alumnos y/o entre los estudiantes. A partir de la importancia y potencialidad del discurso dentro del aula de ciencias nos hemos propuesto trabajar con las AD que, como ya se ha mencionado anteriormente, son actividades que promueven el diálogo entre los diferentes integrantes del aula.

Desde el paradigma educativo socio-constructivista se destaca la importancia del conocimiento previo en cualquier proceso educativo (Solbes, Jaime, & Más, 2006). Por este motivo, conseguir que estas ideas emerjan será uno de los principales objetivos de este trabajo dialógico. Sin embargo, conseguir que se explicita el conocimiento previo no será suficiente, además los MFI deberán modular su discurso de manera tal que se genere en los niños un conflicto cognitivo a partir del cual se promueve la evolución de las ideas alternativas hacia las ideas claves de la ciencia escolar. Por tanto, la selección de estos conceptos científicos será otro elemento principal de la AD. En concreto, se deberá decidir hasta que estadio de progresión de las ideas queremos llegar con alumnos de unas circunstancias personales, sociales y culturales determinadas (Duschl, Maeng, and Sezen 2011).

Con el objetivo de conocer las diferentes maneras de interactuar que muestra el profesorado a la hora de guiar los procesos de enseñanza-aprendizaje, Scott et al. desarrollaron un marco para el análisis de géneros discursivos que se daban en el contexto de las clases de ciencias (Scott, Mortimer, and Aguiar 2006; Mortimer and Scott 2003). Estas diferentes intervenciones educativas dan lugar a diferentes patrones de interacción, definidos por la caracterización del discurso entre profesor y alumnos o / y entre alumnos:

- **Interactivo / dialógico:** p.e., maestro y alumnos discuten sus ideas y puntos de vista.
- **No interactivo / dialógico:** p.e., el maestro hace una síntesis de las diversas ideas y puntos de vista.
- **Interactivo / autoritario:** p.e., el maestro se limita a un determinado punto de vista, haciendo preguntas a los alumnos y utilizando sus respuestas para hacerlos profundizar o consolidar este punto de vista.
- **No interactivo / autoritario:** p.e. el maestro explica un determinado punto de vista.

Propiciar la comunicación en el aula implica mejorar las formas de comunicación del maestro, es por ello que consideramos importante que los MFI conozcan y sean capaces de identificar en sus prácticas estos patrones discursivos.

Compartiendo la idea de Scott y Mortimer (2002), se debe destacar la importancia de los diferentes ritmos del discurso que se van produciendo a lo largo de toda la clase, pasando por los diferentes patrones en función de la situación que se presente. Promover estos ritmos discursivos implica ir cambiando de escenario constantemente, por ejemplo se comienza por una discusión que luego da lugar a una experiencia y finalmente se realiza una evaluación de todo el recorrido. Lo relevante es que se tengan en cuenta estas tres dimensiones, la discusión, la experimentación y la evaluación para promover patrones discursivos que favorezcan el proceso de enseñanza-aprendizaje.

OBJETIVOS

Los objetivos que nos planteamos para esta comunicación son:

- Presentar el trabajo de AD que llevamos a cabo en la asignatura de DMEI del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Barcelona.
- Compartir las valoraciones que realizan los alumnos de DMEI una vez que han realizado el trabajo.
- Compartir los criterios de evaluación que utilizamos los profesores como indicadores de aprendizaje de los MFI. / Valorar el trabajo en el desarrollo de competencias para los MFI.

MÉTODO DE TRABAJO

El trabajo es realizado en grupos de tres MFI. Cada uno de estos grupos selecciona un tema comprendido en el currículo de la asignatura, que abarca todos los contenidos de las áreas de física y química del currículum de Educación Primaria. Cada grupo focaliza en algunos contenidos clave del tema, realiza, con la orientación del profesor tutor una búsqueda de información en revistas o en libros sobre los conceptos científicos afines, ejemplos de actividades, así como ideas previas de los estudiantes relacionados con el tema elegido.

A partir de la información obtenida los MFI preparan una/s actividad/es (experimento, demostración, etc.) que será/n el punto de partida de su AD, con el objetivo principal de hacer emerger las ideas previas y posteriormente hacer evolucionar dichas ideas hacia el conocimiento científico escolar. El dialogo con el maestro, y entre los tres alumnos con los que se realiza la intervención, pretende hacer evolucionar las ideas hacia el conocimiento científico escolar. La actividad debe ser diseñada para que la intervención tenga una duración de unos 30-45 minutos.

¿Cómo se realiza el diseño de la AD?

Es importante destacar que muchos de los estudiantes no han tenido experiencias concretas con niños en situación de enseñanza-aprendizaje. Ya han realizado prácticas en escuelas de primaria pero han sido de observación, todavía no han liderado ninguna intervención. Así pues, en esta asignatura es la primera vez que se enfrentan a una situación real o a liderar una situación más cercana a la realidad de un aula, aunque la intervención se realiza fuera del ámbito escolar y con tres alumnos.

Con la finalidad de orientar y facilitar esta primera actividad con niños/as, los FMI cuentan con diferentes recursos que el profesorado de la asignatura pone a su disposición. Se les recomienda que seleccionen el tema a trabajar en función de la edad de los niños/as con los que trabajaran y la situación de los temas en el currículum. Por ejemplo, si quieren trabajar algún aspecto relacionado con las mezclas pueden ser niños de los primeros

cursos, pero si quieren trabajar aspectos relacionados con la electricidad deberán ser mayores.

Los MFI deben realizar una tutoría en la que presentan a su profesor el tema elegido para trabajar, la selección de ideas previas que pretenden explorar de acuerdo a la edad de los niños con los que realizarán la actividad y la propuesta de experimentos, preguntas, observaciones, etc, que piensan llevar a cabo. En esta tutoría los MFI tienen un espacio de reflexión sobre las posibles dificultades que pueden encontrarse en el momento de la realización de la AD.

Uno de los recursos que se les presenta a los MFI son los diagramas dinámicos que se basan en los utilizados en el proyecto SPACE (Science Processes And Concept Exploration). En los diagramas dinámicos (figura 1) se representan tres diferentes tipos de intervenciones, la pregunta inicial, las eventuales respuestas de los estudiantes y la de una posible intervención del profesor comentando, contradiciendo, realizando una nueva pregunta; proponiendo un nuevo experimento o continuando la conversación para llegar a un resultado deseado.

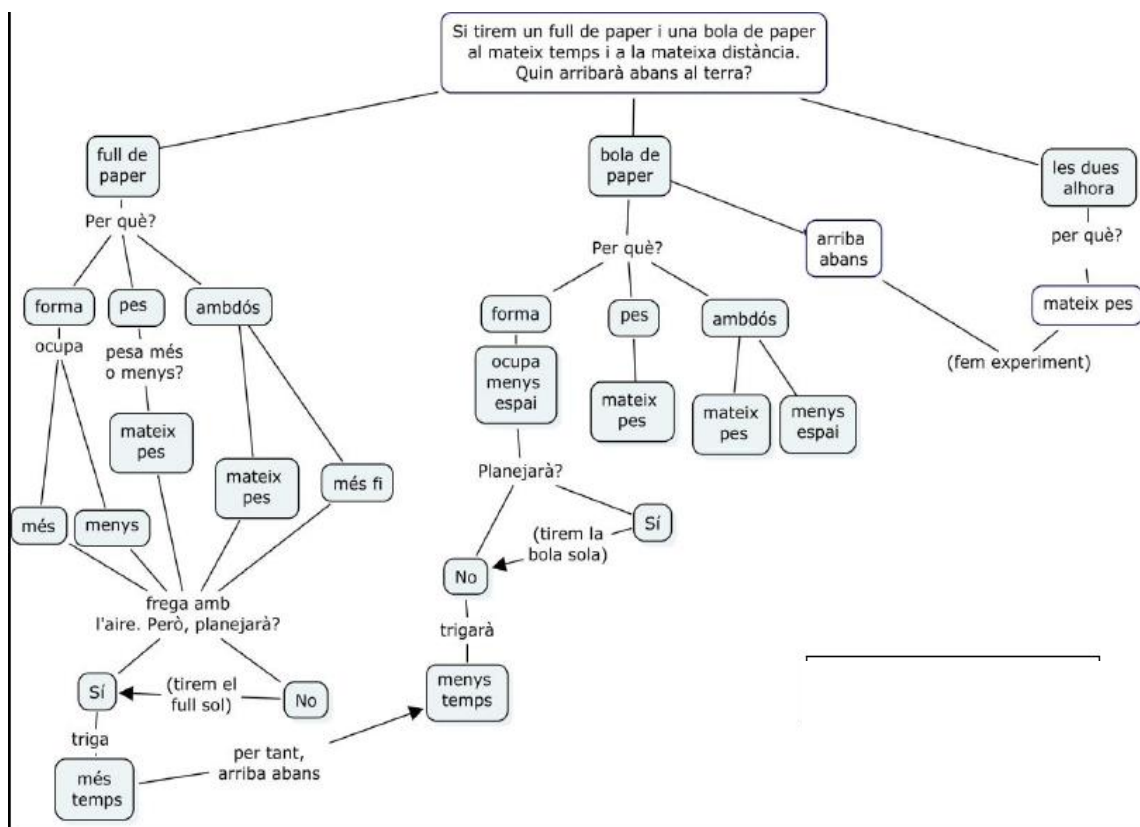


Figura 1. Ejemplo de diagrama dinámico curso14-15

En DMEI se propone a los MFI que elaboren el diagrama inicial que prevén y el diagrama final a partir de la actividad ya realizada con los niños, o solamente el diagrama final. Entre los profesores de la asignatura se realizan diferentes propuestas a partir de los mencionados diagramas.

- a) **Los diagramas dinámicos se realizan una vez finalizada la actividad.** Estos son utilizados como una herramienta para la evaluación de la AD y como propuesta de mejora de la misma es decir, una herramienta de meta-reflexión a partir de la práctica (Mellado, V., 2003).

- b) **Los diagramas dinámicos se realizan antes y después de realizar la actividad.** El primer diagrama sirve para que los alumnos puedan ponerse en situación e intentar prever las posibles respuestas que den los niños y de qué manera podrían rebatir o seguir haciendo por un lado, emerger esas ideas previas, para posteriormente hacerlas evolucionar. El segundo diagrama sirve para hacer una evaluación de la actividad y de cuanto se aproximaron o alejaron del propuesto inicialmente. La elaboración de este último también es una herramienta de meta-reflexión a partir de la práctica

Los MFI preparan los recursos que van a utilizar en la intervención. Entre estos recursos, hay algunas de las preguntas iniciales que serán planteadas a los niños en función de la experiencia que tengan; situaciones cotidianas relacionadas con el tema seleccionado y también experiencias sencillas que se puedan llevar a cabo con los niños. Los estudiantes que elaboran diagramas dinámicos de la manera descrita en el punto b) incorporan todos estos recursos en el diagrama inicial.

En el momento de realizar la actividad, los MFI deben registrar la voz y posteriormente transcribir la AD. Una vez realizada la transcripción de la AD, los MFI realizan un análisis de los diálogos que se han producido. En la transcripción se ve claramente quién interviene en cada momento y se relatan las acciones que son relevantes para el desarrollo de la actividad.

¿Cómo se realiza el análisis de la AD?

El análisis de la transcripción se lleva a cabo a partir de la identificación de las ideas previas y de la evolución de las mismas hacia el conocimiento científico escolar. Estos conocimientos previos pueden, o no, estar en consonancia con el conocimiento científico y los estudiantes deben ser capaces de identificar cada uno de ellos. Así pues, los MFI buscan evidencias en la transcripción tanto de los conocimientos previos como de la posible evolución de las ideas alternativas hacia las ideas claves de la ciencia escolar, realizada por los alumnos de primaria, gracias a la intervención y guía de los MFI durante la AD.

Otro aspecto relevante que incluye el análisis son los diferentes tipos de intervenciones dialógica que se llevan a cabo durante la AD. Deben reconocer los segmentos de los diálogos en los cuales se producen por ejemplo una intervención de tipo dialógica-interactiva o autoritaria-no interactiva por mencionar algunas.

¿Cómo evalúan las AD los MFI?

Uno de los apartados relevantes de la AD es la parte de evaluación que realizan los estudiantes sobre el trabajo realizado.

En un primer apartado se les pide que realicen una auto-evaluación del grupo durante las diferentes etapas del desarrollo de la AD. En este punto deben reflexionar sobre diferentes aspectos tanto positivos como negativos como por ejemplo, la participación de cada uno de los integrantes.

En un segundo apartado los estudiantes deben valorar aspectos positivos y negativos del trabajo en sí. También deben realizar una valoración sobre el aporte y/o significatividad que representa el trabajo realizado en su formación profesional. En este último apartado la valoración es grupal e individual; en la valoración individual pueden incorporar todos los aspectos que consideren relevantes en cuanto al trabajo.

A continuación se observan algunas de las reflexiones, grupales e individuales, realizadas por los alumnos de la asignatura DMEI en el apartado de auto-evaluación del trabajo:

- 1- Nuestros alumnos reflexionan sobre la dificultad encontrada al enseñar mediante intervenciones interactivas y dialógicas y la tendencia, casi de forma natural, a intervenciones de tipo autoritarias.

“Me he visto de una manera diferente a como pensaba que me mostraría, ya que mi intención al inicio era la de llevar a cabo la sesión de manera muy interactiva y dialógica, dejando que los alumnos llegaran a sus propias conclusiones al final.

Aun mis intenciones iniciales, me he dado cuenta de que en la práctica soy bastante autoritario en la mayoría de intervenciones (...). Creo que tal vez se debe a que tengo muy interiorizados y aprendidos los conceptos a explicar y cuando escucho una respuesta incorrecta quiero corregirla lo más rápido posible, y esto termina afectando mi método de enseñar.” J.G. - 14/15

“Hemos podido observar de primera mano, analizando la transcripción, que las diferentes aproximaciones comunicativas que se llevan a cabo en los centros educativos por parte del profesorado, son muy complejas y que la mayoría de veces se utilizan combinaciones de muchos tipos de intervenciones, destacando las interactivas y autoritarias, tal como se da mayoritariamente en nuestro caso.” Grupal- 14/15

"El uso de la dinámica pregunta/respuesta no garantiza un aprendizaje de éxito. Es importante saber hacer las preguntas necesarias y en el momento adecuado." R.G.-11/12

- 2- Mediante este trabajo los MFI también han tomado consciencia de las concepciones alternativas en sus futuros alumnos (y en ellos mismos), como estas pueden obstaculizar el aprendizaje, y a la vez las reconocen como una potente herramienta de trabajo para el maestro.

"Pienso que lo he hecho [considerar las ideas previas] ya que es importante darnos cuenta que antes que nada debemos saber lo que saben los alumnos para saber nosotros que los tenemos que enseñar." S.B.-11/12

“Me he dado cuenta también que las concepciones alternativas realmente suponen un obstáculo en el aprendizaje, pero al mismo tiempo, considero que nos han sido útiles para lograr la construcción activa del conocimiento de los niños” J.S- 14/15

“Nos hemos dado cuenta de la cantidad de concepciones alternativas que tenemos y que, como futuras maestras, debemos ser capaces de detectar para no contribuir a un aprendizaje erróneo.” Grupal-14/15

- 3- Tanto en el *feedback* personal, entre los MFI y el equipo docente de la asignatura, como en sus conclusiones en el redactado, los MFI valoran muy positivamente este trabajo y su aportación al proceso de enseñanza-aprendizaje como maestros de Educación Primaria.

“Hemos podido ver y tener una experiencia más cercana a nuestro trabajo como futuras maestras. Durante la realización de la tarea hemos tratado con niñas que el día de mañana podrán ser nuestras alumnos” Grupal- 11/12

“La realización de esta tarea con los niños creo que a nivel general ha resultado muy provechosa para todos los miembros del grupo, no sólo por el hecho de que nos ha permitido trabajar en contexto real de aula con un alumnado específico, sino porque nos hemos podido analizar a nosotros mismos y ver cómo nos comportamos y hacemos frente a las situaciones que se van dando en la clase.

Valorarnos y ser críticos con nosotros mismos es imprescindible para nuestra futura profesión como maestros de Educación Primaria.” A.C- 14/15

“Para mí, haber sido profesora por unos cincuenta minutos en un centro escolar, con tres alumnos y en las instalaciones con las que en un futuro trabajaré me ha sido más útil que el Practicum I que fue de observación. Además de una fuente de motivación.” J.M.-14/15

Los comentarios que surgen de la auto-evaluación realizada por los futuros maestros han servido para validar las AD como una herramienta clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Especialmente reconociendo la importancia de trabajar las habilidades comunicativas, como herramienta para propiciar la evolución de las ideas de los alumnos de primaria hacia las de la ciencia, así como la posibilidad de experimentar en una situación de enseñanza-aprendizaje con los alumnos.

Aspectos relevantes de las AD en la formación de futuros maestros

¿Cómo evalúa el profesorado la competencia didáctica de los MFI?

A lo largo de todo el proceso de elaboración del trabajo que realizan los MFI se va promoviendo el desarrollo de diferentes competencias de la profesión docente. Se considera que los futuros maestros, una vez realizado el trabajo grupal de la AD deben ser capaces de:

- Plantear situaciones que permitan emerger las ideas previas
- Realizar diferentes intervenciones que favorezcan la evolución de las ideas previas hacia el conocimiento científico escolar.
- Reconocer la necesidad de utilizar diferentes tipos de aproximaciones comunicativas dependiendo de la situación del aula.
- Evaluar de manera crítica y reflexiva sus procesos de enseñanza-aprendizaje.
- Potenciar sus habilidades cognitivo-lingüísticas como herramienta de enseñanza-aprendizaje.

La elaboración del trabajo incluye otros aspectos más formales que los futuros maestros deben tener en consideración ya que también serán evaluados por ellos, como por ejemplo:

- Calidad de las fuentes de información utilizada y su debida citación en la memoria
- Adecuación de la selección de contenido científico y la calidad de la presentación
- Pertinencia de la selección de ideas previas de acuerdo a las características, edad, de los niños con los que se realiza la intervención
- Idoneidad, adecuación y justificación de la actividad de exploración de conocimientos previos propuesta
- Adecuación de sus intervenciones con los alumnos durante la actividad
- Calidad de los diagramas dinámicos presentados
- Capacidad de auto-evaluación final.

Además, se destaca la importancia de que los estudiantes adquieren experiencia en el reconocimiento de las diferentes maneras que tienen los niños de interpretar, actuar, pensar y hablar o comunicar los fenómenos científicos a partir de situaciones cotidianas.

CONCLUSIONES

Los estudiantes de Educación Primaria evalúan muy satisfactoriamente la elaboración de la AD. Al comienzo del curso ven la actividad como algo que requiere un esfuerzo

considerable sin demasiada utilidad, ya que a lo largo del grado preparan una gran cantidad de unidades didácticas que nunca se aplican y por tanto no permiten la meta-reflexión ni la puesta en práctica de competencias lingüísticas de la profesión de maestro. Una vez realizado el trabajo y teniendo en consideración que las AD se utilizan en todas las clases de DMEI, consiguen dimensionar la importancia del diálogo en las clases de ciencias. Los MFI destacan la utilidad de la experiencia para su formación en contraposición a la elaboración de secuencias didácticas que posteriormente no llevan a la práctica. Reconocen la relevancia que tiene el realizar buenas preguntas, así como también destacan la seguridad que les da el poder hacer uso de herramientas como los diagramas dinámicos para realizar una buena preparación de la AD que les permite anticiparse a las posibles respuestas de los alumnos, al mismo tiempo que les facilita la capacidad de prever y plantear intervenciones que promuevan que las ideas previas se pongan de manifiesto y se expliciten e intervenciones que promuevan el cambio hacia el conocimiento científico escolar.

Consideramos que las AD son una herramienta didáctica con mucho potencial que permite el desarrollo de diferentes destrezas profesionales.

Investigación realizada en el marco del grupo LIEC (*Llenguatge i Ensenyament de les Ciències*) financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (referencia EDU2015-66643-C2-1-P). El Grup LIEC forma parte del grupo de investigación consolidado LICEC (referencia 2014SGR1492)

BIBLIOGRAFÍA

- Duschl, R., Maeng, S., & Sezen, A. (2011). Learning progressions and teaching sequences: a review and analysis. *Studies in Science Education*, 47(2), 123-182. <http://doi.org/10.1080/03057267.2011.604476>
- Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3).
- Mortimer, E., & Scott, P. (2003). *Meaning Making In Secondary Science Classrooms*. McGraw-Hill Education (UK).
- Scott, P. H., Mortimer, E. F., & Aguiar, O. G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, 90(4), 605-631. <http://doi.org/10.1002/sce.20131>
- Solbes, J., Jaime, C. A., & Más, C. F. (2006). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (48), 64-77.
- Scott, P., & Mortimer, E. (2002). Discursive activity on the social plane of high school science classroom: a tool for analysing and planning teaching interactions. Communication AERA. En *annual meeting, New Orleans*.

Planificar unidades didácticas IBSE (inquiry-based science education)

Pirrami, F.

TFA - Formación del Profesorado, Università di Camerino, Italia.

franco.pirrami@unicam.it

RESUMEN

El uso de *inquiry-based science education* (IBSE) va unido al desarrollo de competencias relativas a la comprensión y el empleo de los métodos de la investigación científica. La experiencia enseña que los docentes que se acercan al enfoque IBSE pueden encontrar dificultad en la planificación de unidades didácticas. El presente trabajo proporciona sugerencias y una ficha de soporte a la planificación útil para superar dichas dificultades. Los docentes que la han utilizado han reconocido la utilidad, sea en el momento de la planificación como en el momento del análisis de actividades didácticas ya estructuradas.

Palabras claves

IBSE, *inquiry*, competencias, métodos de la ciencia, planificación didáctica.

INTRODUCCIÓN

Inquiry-based science education. ¿Por qué?

En un importante informe internacional sobre la educación científica en Europa (Osborne & Dillon, 2008), se afirma que el objetivo prioritario de la educación científica debe ser doble. Los estudiantes deberían aprender:

- las principales explicaciones que la ciencia ofrece sobre el mundo material, los “conocimientos de la ciencia”;
- el modo de actuar de la investigación científica, los “conocimientos sobre la ciencia” (“*How science works*”).

No se trata de un concepto nuevo, pues, ya en el 1909, Dewey recomendaba dirigir la educación científica, no solo a la adquisición de conocimientos, sino también a la comprensión de los procesos que producen conocimiento científico (Olson & Loucks-Horsley, 2000). Comprender como se ha llegado a producir y se sigue produciendo conocimiento científico y saber utilizar los métodos de la investigación científica son dos objetivos de aprendizaje que se relacionan entre sí y que también son válidos con respecto al desarrollo del pensamiento crítico y de la actitud racional frente a la realidad (Zohar *et al.*, 1994). Dichas finalidades no deberían ser exclusivas de las disciplinas científicas, más bien transversales a todas las demás, no obstante, la enseñanza de las ciencias experimentales puede contribuir de manera determinante al desarrollo de estas competencias.

Los estudiantes difícilmente pueden desarrollar habilidades y competencias relativas a “como funciona la ciencia”, si el docente se limita a proporcionar la definición de hipótesis o a enumerar los pasos del llamado “método científico” (Olson & Loucks-Horsley, 2000), sobre todo cuando se trata solamente a principio del curso, y luego, nunca más. Que estudien el capítulo sobre el método científico, presente en muchos libros de

texto, sirve de muy poco. Los estudiantes deben vivir la experiencia directa de la investigación científica y el docente los debe guiar en la reflexión sobre las características y sobre el significado de los diferentes pasos del procedimiento. Es este doble aspecto el que caracteriza al enfoque IBSE (Olson & Loucks-Horsley, 2000).

Otro informe sobre educación científica redactado para la Comisión Europea (Rocard *et al.*, 2007) recomienda el uso del IBSE y recuerda que una didáctica basada en *inquiry*, además de tener efectos positivos sobre el interés y la motivación, permite trabajar de manera eficaz ya sea con los estudiantes más débiles o menos motivados, como para el refuerzo de los más capacitados. Asimismo, la experiencia directa del *inquiry*, así como cada enfoque *learner-centred*, tiene la ventaja también de involucrar más a los estudiantes y, por lo tanto, de aumentar la atención y la participación (Pirrami, 2010). Para poder conseguir los objetivos mencionados arriba, primero, es fundamental explicitarlos entre los que se enumeran en el plan de trabajo anual. El paso sucesivo es el diseño de unidades didácticas *inquiry-based*.

IBSE: difusión y dificultades

En Italia, en los últimos años, el uso del IBSE en las escuelas está aumentando, probablemente gracias a una serie de proyectos de divulgación, algunos de los cuales elaborados en el ámbito de programas marco europeos puestos en acción para la implementación de las recomendaciones de la Comisión Europea (Rocard *et al.*, 2007). No obstante, el enfoque basado en el *inquiry* es aún minoritario con respecto a otros prevalentemente adoptados en las escuelas, ya sea por problemas debidos a su uso (entre ellos, el tiempo limitado a su disposición), como por el hecho de que todavía muchos profesores no lo conocen suficientemente.

Con respecto a este último aspecto, he observado que quien intenta poner en práctica la metodología IBSE puede encontrar dificultad en el diseño de las actividades didácticas basadas efectivamente en el *inquiry*. De hecho, varias veces he asistido a la presentación de unidades didácticas que no son realmente *inquiry-based*, sino simplemente actividades *learner-centred*. Otro error que se puede encontrar podría ser debido a la confusión entre los elementos esenciales del IBSE (Olson & Loucks-Horsley, 2000), es decir: *engage*, *evidence*, *explanation*, *evaluation*, *communication* y las fases del modelo didáctico de las 5E (Bybee, 1997) ideado en los Estados Unidos para el *Biological Sciences Curriculum Study* (*engagement*, *exploration*, *explanation*, *elaboration*, *evaluation*). Fontechiari (2013) aclara que los elementos del IBSE “no hay que interpretarlos como una secuencia rígida de pasos obligados, sino como características específicas del IBSE que, según las peculiares condiciones de contexto, es posible implementar de diferente manera”. Lamentablemente, a menudo, he notado que el docente que se acerca al enfoque IBSE, a la hora del diseño de una actividad didáctica, puede quedarse encasillado en una secuencia que utiliza como guía, dejando, así, fuera algunos de los aspectos fundamentales del *inquiry* que no sean explícitamente citados entre los elementos arriba indicados. En particular, un error más bien común consiste en limitarse a proponer actividades iniciales de la unidad didáctica (*engage*) que estimulan sólo el estudiante a recoger informaciones que sirven para dar respuestas directamente a las preguntas iniciales. Un enfoque de este tipo, aunque válido para implicar a los alumnos, no entra dentro del IBSE, porque falta el aspecto de la experimentación o, por lo menos, del análisis de datos.

LA PLANIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS *INQUIRY-BASED*

Lo que caracteriza a una actividad basada en el *inquiry* es el hecho de que los estudiantes deben llegar a dar las respuestas a las preguntas iniciales, sobre la base de las evidencias

(pruebas) experimentales. Se puede, así, afirmar que el núcleo esencial de una actividad *inquiry-based* es el análisis de datos. Los datos se pueden también hallar en la literatura, pero deben ser siempre sometidos a los estudiantes para permitirles hacer las oportunas consideraciones en relación al objetivo inicial. En el caso de datos proporcionados directamente por parte del docente, es recomendable llevar a los estudiantes a reflexionar sobre como han sido recogidos.

La planificación del procedimiento a seguir para la recogida de datos es, en todos los casos, fundamental para trabajar en modo completo según un enfoque IBSE y, si es realizada por los propios estudiantes aumenta el nivel de *inquiry* (Bell et al., 2005; Bianchi & Bell, 2008) de una actividad didáctica, ya que permite pasar de un *inquiry* estructurado a un *inquiry* guiado.

La cuestión del nivel de *inquiry* no es solo formal. Las actividades prácticas (*hands-on*) son importantes para hacer que se adquieran habilidades operativas y para aumentar la implicación de los alumnos. A pesar de eso, si se pide a los estudiantes planificar como obtener los datos necesarios, es muy probable que estos adquieran una mayor conciencia sobre el proceso, con respecto a el protocolo experimental dado por el profesor. Actuando de este modo, los alumnos son dirigidos a reflexionar sobre la congruencia de los datos obtenidos y del método seguido en relación a los objetivos iniciales. Y así, la actividad, además de ser *hands-on*, se convierte plenamente en *minds-on*. La planificación de una actividad experimental permite también que se estimule la creatividad y eso resulta importante, sobre todo si se considera que el ambiente en el que los jóvenes crecen, respecto al pasado, ofrece, cada vez más, soluciones ya listas, en vez de problemas en los que entrenarse. Además, permite a los estudiantes comprender que la ciencia también es creatividad, influenciando, por tanto, a la motivación.

Un soporte a la planificación didáctica.

Para no perder de vista los importantes aspectos arriba descritos, normalmente propongo a los docentes en formación algunas indicaciones metodológicas y una serie de actividades que pueden caracterizar a una unidad didáctica *learner-centred* y *inquiry-based*. Estas actividades están indicadas en la Ficha de soporte a la planificación y a la evaluación de actividades didácticas *inquiry-based* (**Anexo_1**).

La ficha tiene una doble función:

- proporcionar ideas para la planificación de unidades didácticas IBSE (en cuanto enumera una serie de posibles acciones que pueden formar parte de una actividad basada en el *inquiry*),
- permitir la evaluación (o la autoevaluación) de una unidad didáctica ya desarrollada con los alumnos y sugerir ideas para aumentar el contenido de *inquiry*.

Hablo específicamente de contenido y no de nivel para no confundir con el concepto de nivel de *inquiry* (Bell et al., 2005; Bianchi & Bell, 2008). Considero útil el sistema de clasificación en cuatro niveles, puesto que ayuda a los docentes a establecer mejor qué proporcionar y qué exigir a los alumnos, pero con “contenido de *inquiry*” quiero introducir una característica de una unidad didáctica que se pueda describir más bien como un gradiente que con categorías rígidas.

Según lo dicho, la finalidad de la ficha es ser también un soporte al profesor en el análisis de unidades didácticas, para aportar mejoría dentro de la optica IBSE. Con tal fin, se puede proponer la ficha pidiendo analizar actividades didácticas ya existentes, por ejemplo,

aquellas presentes en los libros de texto, y luego pedir de transformarlas en actividades con un contenido de *inquiry* más elevado.

La ficha con detalle

He dividido la ficha en cuatro bloques principales con entradas en detalle para cada uno de ellos. Si quisiéramos, aunque no es indispensable, podríamos hacer referencia a los cinco elementos clave del *inquiry*, encontraríamos *engage* correspondiente a A; *evidence* distribuido en B y C; *communication* incluido en D; *explanation* comprendido en C; y *evaluation* presente en los bloques C y D. He querido reservar un bloque específico para detallar las acciones que forman parte de la **planificación** de la investigación, puesto que, como ya he dicho, considero importante esta fase específica y he percibido que, a veces, se olvida. Con tal propósito, se subraya que en la misma definición de *inquiry* (National Research Council, 1996, p.23) se explícita la importancia de la planificación de las actividades experimentales.

En la ficha, las distintas entradas enumeradas en las varias líneas pueden aportar detalles para enriquecer la unidad didáctica. Es evidente que a mayor número de entradas, más completo será el proceso didáctico de *inquiry*. Es necesario recordar que se pueden prever también actividades de *inquiry* parcial donde no estén presentes todos los elementos del IBSE, no obstante, se debe recalcar que en la estructura de una actividad didáctica basada en *inquiry* no se pueden descuidar aquellos puntos del bloque C que caracterizan el IBSE. Otros puntos (como ejemplo: A7, B1, C1, D3) pueden incluso no considerarse, aunque su presencia pueda hacer más ricas y completas las actividades didácticas. Se analiza, en seguida, la ficha con más detalle.

Los puntos previstos en el **bloque A** se refieren a la actividad de arranque del proceso de *inquiry* y de la unidad didáctica. El punto A1 prevé que se cuestione un problema o se presente una cuestión o un escenario real o realista. Aunque el problema de salida puede surgir directamente de los alumnos, usualmente de esta actividad se encarga el docente, quien debe tener en cuenta la importancia de la contextualización del tema propuesto, para incitar el interés de los estudiantes, y de la relevancia que el mismo tiene para los jóvenes (Osborne & Dillon, 2008). El profesor debe evaluar también la oportunidad de utilizar temas relativos a salud y a medio-ambiente y sostenibilidad, ya que estos se prestan muy bien, ya sea para integrar conceptos propios de las diferentes disciplinas experimentales, como para trabajar sobre las competencias de ciudadanía. (Sanmartí, 2002).

Los otros puntos presentes en el bloque A se refieren a la definición de los objetivos de la investigación. Esta fase es de gran importancia, porque solo cuando se tienen los objetivos claros es cuando se logra planificar y desarrollar correctamente las sucesivas actividades. Hay que decir que no es necesario prever todas las acciones descritas en el bloque. Por ejemplo, en las clases que tienen sus primeros contactos con el IBSE, no necesariamente hay que empezar por una hipótesis y, en su lugar, se puede poner en marcha una simple actividad de investigación sencillamente empezando por una pregunta. De todas maneras, las preguntas de investigación (punto A4) resultan ser muy útiles, puesto que facilitan la individualización de las variables en juego. En la fase inicial de la unidad didáctica, el punto A7 (búsqueda de información) se podría dejar, para evitar que la motivación, por parte de los alumnos, decaiga con respecto a la investigación a desarrollar.

El **bloque B** se refiere a la planificación de la investigación. En este caso también no todos los puntos se refieren a acciones obligatorias. Concretamente, no es necesario recurrir a modelos (B1) para desarrollar algunas sencillas actividades de investigación.

En cambio, resulta importante el punto B2, que concierne a la individualización de las variables dependientes e independientes y su control en la actividad experimental. Los estudiantes podrían encontrarse en dificultad aun cuando no están entrenados a trabajar con el IBSE, pero si el docente pide rellenar una tabla con las variables implicadas y analizarlas una a una, la actividad se convierte especialmente en formativa. Un trabajo preciso sobre las variables proporcionará un proceder fructífero en el resto del recorrido IBSE.

Para estar seguros de que los alumnos hayan comprendido realmente lo que se quiere investigar y cual es la información necesaria para llevarlo a cabo, es útil disponer también de algunas fichas para el registro de los datos (B5).

El punto B3 se refiere a las indicaciones útiles para disponer y organizar la actividad experimental e incluye también la descripción de los materiales y de los instrumentos necesarios para desarrollarla.

El punto B4 se refiere al procedimiento a utilizar para desarrollar la actividad experimental y para llevar a cabo la obtención de los datos. En el caso en el que se pida a los estudiantes planificarlo, se aconseja decirles que deben trabajar como si dieran instrucciones a una tercera persona que no participa en el trabajo de planificación. A este respecto, durante el desarrollo de la actividad, si la clase ha sido dividida en grupos, se puede pedir a un grupo que ponga en práctica el protocolo creado por otro. De esta manera, se activa una evaluación entre pares y los alumnos pueden darse cuenta de cuan importante es proporcionar instrucciones precisas. El punto B6, en un primer momento, sería ignorado para que los alumnos puedan reflexionar autonomamente sobre como llegar a definir el procedimiento a seguir. Si acaso, se puede introducir sucesivamente, pidiéndoles que hagan una comparación. En cambio, en las clases ya expertas en IBSE, cuando los alumnos ya han demostrado que saben planificar una actividad de investigación, puede ser una acción prevista ya desde el principio para acercar más aún la actividad didáctica a la investigación científica real.

En el **bloque C**, las acciones previstas en los puntos C1 y C2 (obtención de los datos), sean desarrolladas por el docente o por los alumnos, obviamente son alternativas. Dentro de lo posible, se prefiere lo que está indicado en C1, pues desarrollar actividades prácticas (*hands-on*) aumenta la implicación de los alumnos.

Este bloque incluye también aquellas actividades que son las que caracterizan el IBSE. En efecto, si a los estudiantes no se les reclama desarrollar por lo menos algunas de las acciones previstas en los puntos C4 y C5 no se puede hablar de actividad *inquiry-based*. Además, lo previsto en los puntos C3 e C6 resulta ser de gran importancia para una ulterior reflexión por parte de los alumnos. Hay que tener presente que el análisis de los errores cometidos tiene un elevado contenido formativo. Si el docente descubre errores en los protocolos propuestos por los alumnos, podría evitar hacerlos notar antes del desarrollo de la actividad en el laboratorio y acompañar sucesivamente a los estudiantes a reflexionar sobre las incongruencias presentes en los resultados. Esta actividad tiene un elevado contenido formativo, porque cuando a los estudiantes se les exige analizar los datos disponibles, con la finalidad de contestar a las cuestiones propuestas o validar la hipótesis inicial, y de argumentar basándose sobre las evidencias encontradas, ellos mismos se comprometen en actividades cognitivas que contribuyen a desarrollar competencias de nivel superior que la simple memorización y repetición de conceptos o a la ejecución de instrucciones (es decir aquellas actividades que, lamentablemente, son las que se les exigen normalmente).

Con las actividades del **bloque D** se intenta promover las habilidades relativas a la comunicación. Estas actividades, que son parte del trabajo de un investigador, resultan importantes también para que se comprenda “el carácter intersubjetivo de la ciencia, que prevé la comunicación de los resultados para garantizar la réplica, el relativo control y el eventual uso en nuevas cuestiones de investigación” (Fontechiari, 2013). Además, todo lo previsto en los primeros dos puntos de este bloque puede ser utilizado por el docente también para la evaluación de los alumnos.

En la ficha hay tres columnas en las cuales, para cada punto, se puede indicar si la acción la desarrolla el docente o el alumno, autonomamente o con la guía del docente. En realidad, no todos los puntos enumerados son pertinentes tanto para los docentes como para los alumnos. De todas formas, en general, las columnas permiten localizar en panorama cuanta responsabilidad se le deja al estudiante. Si la mayoría de las casillas completadas aparecen en las columnas de la derecha, la actividad didáctica tendrá un mayor grado de libertad y el *inquiry* será, probablemente, clasificable como “abierto”. Entre las columnas existen las relativas al “alumno con la guía del docente” porque el soporte por parte del profesor resulta ser importante, sobre todo en el momento en que se empieza a trabajar con la óptica IBSE. Teniendo en cuenta que uno de los objetivos a perseguir debe ser precisamente la autonomía de los alumnos, a medida que las clases van adquiriendo práctica con este enfoque, se dejará a los estudiantes progresivamente desarrollar cada vez más acciones autonomamente. La ficha organizada de este modo puede ayudar al docente a tener claro, ya desde el momento de la planificación didáctica, cuales son las actividades que propondrá el mismo y cuales aquellas que pedirá a los alumnos que hagan. Este aspecto es, de hecho, importante para la preparación del material didáctico, sobre todo cuando la responsabilidad se desvía hacia los alumnos resulta ser fundamental lo que el docente proporciona como soporte para el desarrollo de las tareas que piensa asignar.

Finalmente, hay que recordar que, en el curso y al final de una actividad IBSE, el docente debe llevar a los estudiantes a reflexionar sobre los elementos esenciales del proceso, es decir, aquellos que caracterizan la investigación científica (p. ej. formulación de hipótesis, control de las variables, muestreo, grupo de control, precisión de los datos, etc.). Esto, obviamente, sirve para reforzar el trabajo sobre los objetivos relativos precisamente al “*how science works*”.

RESULTADOS

Utilidad de la ficha

Los docentes en formación han rellenado un cuestionario después de haber utilizado la ficha. Los resultados son provisionales porque se refieren solo a los cuestionarios rellenados por los futuros profesores de Ciencias naturales en formación en la Universidad de Camerino. Pero, como se puede observar en la **Tabla 1**, de los 74 que han contestado, la mayor parte afirma que les ha resultado útil tanto para la planificación como para la evaluación de las actividades didácticas basadas en *inquiry*.

Respuestas	Numero de docentes	%
- <i>útil para la planificación de las actividades didácticas</i>	16	21,6
- <i>útil para la evaluación de las actividades didácticas</i>	7	9,5
- <i>útil para ambas</i>	51	68,9
- <i>no me ha servido para nada</i>	0	0
Total	74	

Tabla_1. Respuestas a la pregunta: “¿Para qué te ha sido útil la ficha de soporte proporcionada?”

Con el fin de entender la utilidad de la ficha, también pueden ser útiles algunos comentarios que los profesores en formación han proporcionado sobre su uso.

- “Una vez planificada la actividad didáctica, los docentes, a través de la ficha, pueden definir detalladamente los roles e imaginar como se desarrollará la lección.”
- “La ficha se debería utilizar como una reflexión para comprender si todo lo realizado en fase de planificación es congruente con los objetivos que se nos habíamos propuesto.”
- “Creo que la ficha es una buena herramienta para la autoevaluación y para la planificación de ulteriores actividades didácticas. Articula una serie de pasos que ayudan a estructurar una actividad y a recordarnos cuales son las acciones que hemos descuidado; estimulando la reflexión sobre quien realice las acciones (el docente, el alumno o ambos) puede servir de ayuda para reestructurar aquella fase específica hacia una mayor participación de los alumnos. Nos da también a nivel visual una información rápida sobre cuanta *inquiry* existe en la actividad que estamos planificando y que suministraremos a los alumnos.”
- “La acción de planificación se puede dividir en dos fases: la macro y la microplanificación. La macroplanificación consiste en la individualización de las finalidades generales y de los objetivos a alcanzar, por lo tanto tiene la labor de definir el problema que el proyecto intenta resolver. Luego le sigue la fase de la microplanificación, o más bien la traducción operativa del proyecto en acción. Y es precisamente en la microplanificación cuando la ficha puede ser útil, pues ayuda a planificar las acciones necesarias para alcanzar los objetivos establecidos, en concreto en la individualización de las acciones a realizar, en la articulación temporal de las fases y de los contenidos (cuando y en cuanto tiempo), en la individualización de las metodologías de intervención.”
- “La ficha es útil porque recorre de manera puntual los pasos fundamentales a seguir en una actividad *inquiry-based* y ayuda a establecer siempre con precisión qué queremos que haga el docente y qué el alumno. Los numerosos puntos de los que se compone permiten reflexionar a priori sobre el grado de *inquiry* que se quiere alcanzar.”

Estos resultados preliminares proporcionan confirmaciones respecto a la doble función de la ficha de soporte. Probablemente puede ser mejorada y, seguramente, su utilidad será estudiada con mayor detalle. Con este fin, cuento con la colaboración de todos los docentes que quieran utilizarla y a los que invito a contactarme.

BIBLIOGRAFÍA

- Bell, R., Smentana, L., y Binns, I. (2005). Simplifying Inquiry Instruction. *The Science Teacher*, 72(7), 30-34.
- Bianchi, H., y Bell, R. (2008). The Many Level of Inquiry. *Science and Children*, Oct, 26-29.
- Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy*. Portsmouth (NH): Heinemann.
- Fontechiari, M. A. (2013). Inquiry Based Science Education: una didattica innovativa per le scienze. *Nuova Secondaria*, 5, 94-98.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington: National Academy Press. Último acceso el 31 de enero de 2016, desde <http://www.nap.edu/catalog/4962/national-science-education-standards>
- Olson, S., y Loucks-Horsley, S. (Eds) (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington: National Academy Press. Último acceso el 31 de enero de 2016, desde http://cmase.uark.edu/teacher/workshops/Others/SEDL/NES_Inquiry.pdf
- Osborne, J., y Dillon, J. (Eds) (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London: The Nuffield Foundation. Último acceso el 31 de enero de 2016, desde http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf
- Pirrami, F. (2010). Students' and teachers' feedbacks on a Problem-Based Learning (PBL) approach used for integrating health education in a human biology module. In M. F. Taşar, & G. Çakmakci (Eds.), *Contemporary Science Education Research: Teaching* (pp.113-118). Ankara: Pegem Akademi.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., y Hemmo, V. (2007). *Science education NOW: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. Último acceso el 31 de enero de 2016, desde http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Zohar, A., Weinberger, Y., y Tamir, P. (1994). The effect of the Biology Critical Thinking project on the development of critical thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 183-196.

Anexo_1. Ficha de soporte de la planificación y la evaluación de actividades didácticas inquiry-based

	El docente / el alumno...	el docente	el alumno con la guía del docente	el alumno autónomamente
A	Activa el proceso de <i>inquiry</i> y define los objetivos de la investigación	-	-	-
A1	Presenta una pregunta, propone un problema o un escenario			
A2	Definire el objetivo de la investigación			
A3	Plantea preguntas			
A4	Individua, entre las preguntas propuestas, aquellas investigables y elige la(s) pregunta(s) de investigación			
A5	Formula hipótesis, sobre la base de los conocimientos poseidos o de las informaciones disponibles, para explicar un fenómeno o un proceso o para individuar relaciones			
A6	Efectúa previsiones congruentes con la hipótesis			
A7	Se documenta sobre todo lo que ya se sabe relativamente a la cuestión por investigar			
B	Planifica la actividad de investigación	-	-	-
B1	Propone y/o diseña modelos para investigar la realidad			
B2	Individua las variables en juego (dependientes e independientes) y distingue entre las que se quieren investigar y las que hay que tener bajo control (indicando como piensa ponerlas a cero o limitar la influencia)			
B3	Describe como debe ser predispuesta la actividad experimental (instrumentos, materiales, muestreo, grupo de control ...)			
B4	Aporta instrucciones sobre el protocolo experimental a seguir para la recogida de datos			
B5	Predispone fichas para registrar los datos			
B6	Se documenta sobre métodos utilizados en investigaciones similares			
C	Realiza la investigación y utiliza los resultados	-	-	-
C1	Recoge datos cualitativos y/o cuantitativos (observa, mide...) con el debido cuidado			
C2	Localiza los datos disponibles en literatura			
C3	Reflexiona sobre la congruencia de los datos recogidos con el objetivo inicial e individua eventuales errores de proceso que pueden llevar a modificar el protocolo experimental			
C4	Analiza, elabora, representa gráficamente e interpreta datos, individua relaciones, discute los resultados			
C5	Saca conclusiones, aporta explicaciones, toma decisiones, argumentando en congruencia con las evidencias obtenidas			
C6	Compara los resultados obtenidos, las conclusiones, las relaciones individuidas con aquellas obtenidas por otros y/o encontradas en literatura			
D	Presenta el trabajo desarrollado	-	-	-
D1	Comunica objetivos, métodos, resultados y conclusiones			
D2	Debate con otros sobre los resultados obtenidos y las conclusiones propuestas, considerando también las ideas y las explicaciones alternativas			
D3	Propone sugerencias para eventuales ulteriores investigaciones basadas en nuevas cuestiones eventualmente aparecidas			

Conocimiento Didáctico del Contenido: la clave en el desarrollo profesional del profesorado de Primaria desde la Educación Científica basada en la Indagación

Retana-Alvarado, D. A., Vázquez-Bernal, B.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva.

diegoarmandoret@hotmail.com

RESUMEN

El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) es un atributo personal del profesor considerado conocimiento base y acción. Este trabajo analiza la forma en cómo un grupo de maestros de Ciencias de Primaria en ejercicio de Costa Rica utiliza el CDC en la planificación y ejecución de una unidad didáctica indagatoria, en el curso lectivo 2015. Se distinguen sus necesidades formativas desde la formación inicial hasta el desarrollo profesional para implementar la indagación escolar. Desde el paradigma de la Complejidad Evolutiva se aplicó un cuestionario. Los resultados muestran que el profesorado estudia los conocimientos relacionados con los contenidos de la unidad. Además, los docentes consideran que la formación inicial debe partir del análisis de sus concepciones, emociones y actitudes acerca de la naturaleza de la ciencia, su enseñanza y aprendizaje y que durante la formación permanente es imprescindible el conocimiento didáctico sobre los fundamentos de la indagación.

Palabras clave

Conocimiento didáctico del contenido, indagación, profesorado en ejercicio, desarrollo profesional, Educación Primaria

INTRODUCCIÓN

En Costa Rica, la enseñanza de las Ciencias en Primaria facilita el desarrollo del pensamiento científico, una forma evolucionada del pensamiento humano para dar respuesta a hechos y fenómenos, a partir de la formulación de preguntas (Jara, Cuetos y Serna, 2015). La investigación escolar representa una opción didáctica para la enseñanza de las Ciencias y una estrategia para el desarrollo profesional del profesorado (Cañal, 2007), ya que, por un lado, a través de la resolución de problemas promueve cambios en los sistemas de conceptos, procedimientos y actitudes de los estudiantes y, por otro, facilita la reflexión docente sobre su propia actividad pedagógica.

En 2008, a partir de experiencias internacionales en investigación escolar (Cañal, Pozuelos y Travé; 2005; Charpak, 2005; Rocard *et al.*, 2007), el Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (MEP) desarrolló el programa *Educación del Pensamiento Científico basado en la Indagación*, una iniciativa que incorpora la indagación como un enfoque curricular que busca el fomento de competencias científicas en los estudiantes, mientras desarrollan procesos de focalización, exploración, contrastación, reflexión y aplicación. De esta forma, la indagación se convierte en el eje central que articula los

temas transversales y los contenidos del programa de estudios de Ciencias del I y II Ciclo de Primaria (MEP, 2010). En 2010, dicho ministerio ejecutó un plan de capacitación a nivel nacional para facilitar su implementación y el desarrollo profesional docente.

Por tanto, el presente estudio tiene como propósito, primeramente, indagar acerca de la forma en cómo los maestros utilizan el CDC sobre cambios de estado del agua y su relación con el calor en la planificación y ejecución de una unidad didáctica indagatoria. El CDC es un atributo personal del profesor considerado como conocimiento base y acción (Gess-Newsome y Carlson, 2013). Al respecto, Gunstone (2014) indica que el CDC incluye creencias acerca de la ciencia, la enseñanza, el currículo, la evaluación y creencias acerca de cómo los estudiantes comprenden temas específicos de Ciencias. De hecho, como sostiene Mellado (2011), el CDC es relevante en la formación y desarrollo profesional del profesor, pues le permite tomar decisiones en la práctica de la enseñanza.

Finalmente, se realiza la identificación de las necesidades formativas del profesorado para la implementación de la indagación en Primaria; proceso que requiere asesoramiento y apoyo de parte de los formadores para que los aprendizajes se consoliden (Marcelo y Vaillant, 2013), así como la implicación docente en el desarrollo de actividades indagatorias que permitan el alcance de una comprensión adecuada de la ciencia.

METODOLOGÍA

La investigación se enmarca dentro del paradigma Complejo-Evolucionista, un acercamiento a la realidad enfocado en la transformación educativa como referente de la formación del profesorado (De la Herrán, 2005). Este trabajo con alcance exploratorio y descriptivo analiza la perspectiva de maestros de Ciencias en ejercicio. En este estudio participaron 12 docentes que pertenecen a dos centros educativos de Zarceros de la Dirección Regional de Educación Occidente. La definición de la muestra se realizó de manera incidental y está constituida por dos hombres y diez mujeres, quienes poseen más de 15 años de experiencia docente y han estado implicados en acciones de formación permanente como educadores.

Por otra parte, se diseñó un cuestionario a partir de un modelo de evolución-complejidad de concepciones didácticas, elaborado previamente por los autores del presente artículo en un estudio más amplio. Este modelo representa la hipótesis de la complejidad (Vázquez-Bernal, Jiménez y Mellado, 2007) y está constituido por un sistema de categorías en evolución para el análisis de concepciones de maestros de Ciencias en ejercicio sobre la indagación escolar. Dichas categorías corresponden a procesos de enseñanza y aprendizaje, CDC y desarrollo profesional.

El cuestionario está conformado por tres ítems cerrados. El primero consiste en una escala Likert constituida por 11 declaraciones que representan acciones sobre la utilización del CDC en el diseño e implementación de unidades didácticas indagatorias (Cañal *et al.*, 2005). Así, el participante indica con qué frecuencia realiza dichas actividades. La escala comprende valores entre el 1 y el 4, donde el 1 corresponde a “nunca” y el 4 a “siempre”. La inclusión de la escala en cuatro grados de frecuencia evita la tendencia central en las respuestas. Los siguientes dos ítems indagan acerca de las necesidades formativas del profesorado en la formación inicial y permanente (en cada ítem, el participante selecciona dentro de un conjunto de opciones, las principales necesidades que considera relevantes para la implementación de la indagación). La validación del instrumento se realizó por criterio experto (tres especialistas) y se aplicó de forma autoadministrada durante el III trimestre del curso 2015. Los datos cuantitativos se analizaron descriptivamente y se

calculó la confiabilidad del instrumento desde un modelo alfa de Cronbach con el programa SPSS versión 20 (consistencia interna: .883).

RESULTADOS

El CDC en la planificación e implementación de la indagación

A continuación, se muestra la distribución de frecuencias y estadísticos descriptivos (ver tabla 1), a partir del análisis de las respuestas al ítem 1, cuya finalidad perseguía indagar acerca de la utilización del CDC sobre cambios de estado y su relación con el calor en el diseño y ejecución de actividades de mediación pedagógica basadas en la indagación.

ÍTEM	CÓDIGO	1*	2	3	4	MEDIA	DESV.T.
1. Selecciona un objeto de estudio y analiza su relevancia y viabilidad.	fr1	16.7	25.0	33.3	25.0	2.67	1.07
2. Recoge preguntas o dudas sobre el tema e identifica los niveles de complejidad.	fr2	0	16.7	75.0	8.30	2.92	.51
3. Investiga y documenta las ideas en relación con el tema.	fr3	8.30	16.7	75.0	0	2,67	.65
4. Estudia la forma de estructurar las preguntas en una secuencia coherente y organizada.	fr4	8.30	8.30	50.0	33.3	3.08	.90
5. Elabora un plan de trabajo que incluye actividades de focalización, exploración, reflexión y aplicación.	fr5	0	16.7	33.3	50.0	3.33	0.77
6. Selecciona y organiza los contenidos del currículo de Ciencias.	fr6	0	8.30	58.3	33.3	3.25	0.62
7. Estudia los conocimientos que guardan relación con la temática de la unidad.	fr7	0	0	41.7	58.3	3.58	0.51
8. Busca, diseña y adecúa materiales y recursos.	fr8	8.30	16.7	25.0	50.0	3.17	1.02
9. Realiza un estudio sobre las necesidades organizativas.	fr9	0	27.3	27.3	45.5	3.18	0.87
10. Determina los criterios e instrumentos de evaluación.	fr10	0	8.30	41.7	50.0	3.42	.66
11. Redacta y formaliza el proyecto de unidad didáctica.	fr11	0	8.30	41.7	50.0	3.42	.66

* 1: Nunca, 2: La mayoría de veces no, 3: La mayoría de veces sí y 4: Siempre

Tabla 1. Distribución de frecuencias y descriptivos por ítem sobre la utilización del CDC por el profesorado de Ciencias en el diseño e implementación de unidades didácticas indagatorias

Para facilitar el análisis de los datos, se presentan a continuación las cifras resultantes de la suma entre las frecuencias relativas de valoración positiva (en donde el 4 corresponde a “siempre” y el 3 a “la mayoría de veces sí”) de la escala Likert.

Tal y como se muestra en la tabla 1, más de la mitad de los encuestados afirmó que durante las etapas de diseño y planificación de una unidad didáctica basada en la indagación *seleccionan un objeto de estudio, analizan su relevancia y viabilidad* (58.3% del Código fr1), *recogen preguntas o dudas de los estudiantes sobre el tema e identifican los distintos niveles de complejidad* (fr2) que suelen darse entre ellos (83.3%). Sin embargo, solo tres cuartas partes del profesorado *investigan y documentan las ideas de las y los discentes en relación con el tema* (fr3).

Por añadidura, en igual frecuencia, el 83.3% de los participantes afirmó estudiar la forma de estructurar las preguntas y dudas de los discentes en una secuencia coherente y organizada (fr4) y a partir de estas elabora un plan de trabajo en el que incluye actividades de focalización, exploración, reflexión y aplicación (fr5), las cuales guardan relación estrecha con un proceso de selección y organización de contenidos (91.6% para el código fr6). Es más, el ciento por ciento de las y los docentes estudia los conocimientos asociados con la temática de la unidad (fr7) y a partir de esta acción solamente tres cuartas partes de ellos buscan, diseñan y adecúan materiales y recursos (fr8).

También, el 72.8% realiza un *estudio organizativo* (fr9) acerca de las necesidades y posibilidades de carácter organizativo como aula, salidas, uso de espacios, distribución de tiempo y de grupos. Finalmente, en igual proporción estadística, el profesorado *redacta y formaliza el proyecto de unidad didáctica* (fr11) en el que *determina los criterios e instrumentos de evaluación* (91.7% para el código fr10).

Por otra parte, la alta valoración positiva se refleja en los promedios resultantes en cada enunciado de la escala de frecuencia. En general, dada la escala de 1 a 4 puntos (donde 4 indica la mayor valoración positiva), los ítems obtuvieron promedios entre 2.67 y 3.58; de los cuales más del 80% presenta una desviación estándar menor a la unidad con respecto a la media aritmética. Por ende (ver tabla 1), los ítems con menor puntaje fueron *Selecciona un objeto de estudio y analiza su relevancia y viabilidad* (código fr1) e *Investiga y documenta las ideas en relación con el tema* (fr3) y el de mayor puntuación media fue *Estudia los conocimientos que guardan relación con la temática de la unidad* (fr7).

En términos generales, los resultados son favorables. La categoría que más se repitió fue 3 (la mayoría de veces sí). La mitad del profesorado está por encima del valor 3.18 y la otra mitad está por debajo de este valor. En promedio, los participantes se ubican en 3.15 (favorable). Asimismo, se desvían de 3.15, en promedio, .29 unidades de la escala. En síntesis, se requiere la planificación de secuencias de enseñanza coherentes que motiven el aprendizaje y precisamente, el CDC es la clave para articular la teoría y la práctica a partir de procesos de razonamiento, acción y reflexión; acciones necesarias en la ejecución de un modelo didáctico alternativo.

Las necesidades formativas para la implementación de la indagación

La formación inicial

Los doce participantes distinguen un conjunto de acciones que deben implementarse en la formación inicial de maestros de Primaria (ítem 2 del cuestionario), con el propósito de facilitar el desarrollo del pensamiento crítico y la inserción en la cultura científica. Por ejemplo, tres cuartas partes de la muestra consideran que la formación inicial de maestros de Ciencias debe partir del análisis de sus *concepciones, emociones y actitudes* acerca de la naturaleza de la ciencia, su enseñanza y aprendizaje. Este resultado es de gran relevancia para la formación del profesorado, ya que el conocer las concepciones y las creencias que exponen los futuros docentes permite generar nuevos esquemas de pensamiento y acción orientados a la transformación de las prácticas educativas de corte tradicional, hacia procesos que promuevan la resolución de problemas, pues como señalan Marcelo y Vaillant (2013): “*Estas creencias están a veces tan arraigadas que la formación inicial no consigue hacer la más mínima mella en ellas*” (p.47), por lo que es el momento oportuno para incidir sobre éstas antes de su inserción a las aulas.

Asimismo, el análisis de las emociones se convierte en una necesidad formativa del profesorado de Ciencias en Primaria, ya que como sostienen Mellado y otros (2014): “*La*

formación inicial del profesorado se constituye como un espacio en el que se debe considerar estos aspectos para que los profesores en formación puedan controlar y mejorar los efectos de sus emociones en la dinámica de aula” (p. 20). De esta manera, se propicia que el maestro una vez incorporado a un centro educativo logre implementar secuencias didácticas indagatorias en las que favorecerá la autorregulación de sus propias emociones, anticipará las inquietudes de los estudiantes, facilitará en las niñas y los niños el gusto por aprender y hacer Ciencias e incrementará la motivación intrínseca en su desempeño profesional.

Asimismo, el 67% del profesorado sostiene la importancia de que el estudiante diseñe trabajos prácticos basados en la indagación, los experimente en el aula y los evalúe para alcanzar una comprensión adecuada de la ciencia, su enseñanza y aprendizaje. Al respecto, Vílchez y Bravo (2015) defienden una formación del profesorado en la que los estudiantes de Magisterio se sientan con confianza y familiarizados al exponerse a situaciones en las que deban aplicar la indagación.

También, la mitad de los docentes expresan como necesidades formativas que se consideren las *ideas alternativas* de los futuros maestros en relación con los conceptos científicos, que se estimule la transformación del conocimiento académico en el CDC en prácticas de enseñanza basadas en indagación y que se fomente el *rol docente investigador* desde la formación inicial hasta el desarrollo profesional. Además, el 42% afirmó que se requiere un abordaje de conocimientos básicos sobre *formulación de hipótesis de progresión* de ideas y concepciones científicas de los niños y las niñas mientras indagan, la participación durante las prácticas de enseñanza en actividades investigativas e innovadoras con profesores experimentados y el *fomento de la práctica reflexiva* en y sobre la enseñanza de las Ciencias en los estudiantes de Magisterio.

Sin embargo, únicamente la tercera parte de la muestra señala la prioridad de que se profundicen los contenidos de Ciencias a enseñar, sus estrategias didácticas y de evaluación; que además priorice el trabajo a partir de la formulación de problemas y la explicación de los fenómenos cotidianos. Si se compara esta pequeña proporción con las aportaciones actuales de la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales, claramente el dato es preocupante, pues en un estudio realizado recientemente por Martínez-Chico, Jiménez y López-Gay (2014) se evidenció que los formadores de maestros en este ámbito en España destacan prioridades en la formación inicial, tales como trabajar a partir del planteamiento de preguntas y la explicación de fenómenos de la cotidianidad.

Finalmente, el 17% afirmó como necesidad formativa que los programas de formación se enfoquen desde el *paradigma de la complejidad* del pensamiento y conocimiento del profesor. A ésta le correspondería una enseñanza para la complejidad, que esté basada en los problemas de la vida real y el impulso de la capacidad para plantear sus soluciones, pues según Zabala (2014) se requiere “...una formación que facilite una visión más compleja y crítica del mundo...” (p. 47). En síntesis, no solo estamos de acuerdo con la tesis de Marcelo y Vaillant (2013), quienes sostienen que “*En la formación inicial docente tenemos la oportunidad de crear nuevos docentes apasionados por la enseñanza...*” (p.49), sino también con la seguridad que mediante el fomento del pensamiento científico estamos contribuyendo en la formación de ciudadanos emocionados por aprender a interpretar su realidad y aumentar su conocimiento del medio natural y social.

La formación permanente

Este apartado distingue las principales necesidades formativas del profesorado en ejercicio para implementar la indagación en Primaria desde el criterio de los participantes (N=12). La totalidad de los encuestados opinó que en la formación permanente es imprescindible el conocimiento sobre los fundamentos pedagógicos y metodológicos de la indagación en Ciencias, los cuales desde el 92% de la opinión docente pueden adquirirse a través de la *lectura de artículos de revistas en Didáctica de las Ciencias Experimentales*, libros, páginas web u otros materiales.

En la misma proporción estadística, el 83% del profesorado afirmó la importancia de adquirir conocimientos sobre *formulación de hipótesis de progresión* de las ideas y concepciones científicas de los niños y las niñas mientras indagan, lo cual se puede apoyar a partir de *experiencias que brinden oportunidades para que el docente pueda construir su propio CDC* y diseñar estrategias para solventar las principales dificultades en su comprensión, dependiendo de los distintos niveles de complejidad. De igual manera, se requiere una mayor interrelación entre los contenidos científicos escolares, las estrategias indagatorias y los temas transversales del currículo de Ciencias.

Asimismo, tres cuartas partes de la muestra manifestaron la necesidad de la participación en cursos que partan de las *concepciones, creencias, emociones y actitudes* del profesorado sobre la indagación y la materia que enseña. La misma proporción considera necesaria la *participación en redes virtuales* para compartir experiencias con expertos y otros colegas de la enseñanza de las Ciencias. Las redes de profesores complementan las modalidades de formación permanente tradicionales y la pertenencia a estas favorece el desarrollo profesional, mejora la calidad de la enseñanza y la motivación (Rocard *et al.*, 2007).

Además, el 67% del conjunto docente afirmó que es necesario el *apoyo de la administración* para que el profesorado en equipos colaborativos diseñe e implemente unidades didácticas integradas basadas en la indagación. Para ello, los maestros requieren *la participación en congresos de Ciencias*, en aras de actualizarse sobre las nuevas tendencias de la educación científica y la investigación escolar (67%), así como la asistencia a capacitaciones que les supla de competencias, estrategias y recursos didácticos.

Esos procesos formativos deben facilitar la *reflexión del profesorado* sobre sus propias prácticas o acciones en y sobre la enseñanza de las Ciencias (67%). De igual forma, el 67% de los participantes aseveró que para alcanzar una implementación efectiva de la indagación es fundamental el *asesoramiento* de la Asesoría Pedagógica de Ciencias. Finalmente, la tercera parte del profesorado distinguió como necesidad formativa una mayor profundización de los contenidos de Ciencias incluidos en el programa de estudios de Primaria. En síntesis, tanto la formación inicial como la formación permanente facilitan el desarrollo profesional y representan la posibilidad de una educación científica de calidad.

CONCLUSIONES

Los resultados sugieren que los docentes utilizan el CDC sobre cambios de estado del agua y las estrategias se basan en la selección de un objeto de estudio, análisis de su relevancia y viabilidad, recolección de preguntas, identificación de sus niveles de progresión y el estudio de los conocimientos asociados con la unidad.

Es fundamental que los profesores de Didáctica de las Ciencias Experimentales inicien los procesos formativos a partir del análisis de las concepciones epistemológicas y didácticas de los futuros maestros en relación con la enseñanza, el aprendizaje, la metodología y la imagen respecto a la ciencia, así podría establecerse una hipótesis de evolución que permita la identificación de los principales obstáculos para avanzar hacia niveles de mayor abstracción (Vázquez-Bernal *et al.*, 2010). A partir de un primer nivel de complejidad se podrían modificar aquellas concepciones y creencias que no se corresponden con la evolución hacia un conocimiento profesional deseable del maestro de Ciencias, pues muchas de esas concepciones tienen su origen en antecedentes escolares y pueden estar fuertemente arraigadas. Es necesario indagar en torno a las concepciones didácticas sobre la indagación, en aras de una implementación efectiva del *Programa Educación del Pensamiento Científico basado en la Indagación* que permita sustituir las prácticas de enseñanza de corte tradicional. Asimismo, se debe considerar un análisis de las emociones de los futuros maestros, ya que estas representan un elemento más del CDC, conocimiento imprescindible en el desarrollo profesional del profesorado (Mellado *et al.*, 2014).

Con respecto a la formación permanente se requiere profundización en los fundamentos epistemológicos y didácticos de la indagación que permitan el diseño, la planificación, la ejecución y evaluación de secuencias de enseñanza investigativas. Esos conocimientos pueden adquirirse mediante lectura de artículos de revistas especializadas en Didáctica de las Ciencias. Además, es necesario introducir el concepto de formulación de hipótesis de evolución del conocimiento para una organización y secuenciación de los contenidos de forma coherente y contextualizada.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por la Universidad de Costa Rica gracias al otorgamiento de una beca a M.Sc. Diego Armando Retana Alvarado para realizar Máster y Doctorado en España. Se agradece la dirección del estudio a Dr. Bartolomé Vázquez Bernal de la Universidad de Huelva.

BIBLIOGRAFÍA

- Cañal, P. (2007). La investigación escolar, hoy. *Alambique*, 52, 9-19.
- Cañal, P., Pozuelos, F. J. y Travé, G. (2005). *Proyecto Curricular Investigando Nuestro Mundo (6-12)*. Vol. 1. *Descripción General y Fundamentos*. Sevilla: Díada.
- Charpak, G. (2005). *Manos a la obra. Las ciencias en la escuela primaria*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Gess-Newsome, J. & Carlson, J. (2013). The PCK summit consensus model and definition of pedagogical content knowledge. In *the Symposium "Reports from the Pedagogical Content Knowledge (PCK) Summit*, ESERA Conference 2013, September.
- Gunstone, R. (Ed.) (2014). Pedagogical Content Knowledge (PCK). *Encyclopedia of Science Education*. Netherlands: Springer Press.
- Herrán, A. de la. (2005). El nuevo "paradigma" complejo-evolucionista en educación. En A. de la Herrán, E. Hashimoto y E. Machado, *Investigar en Educación: Fundamentos, aplicación y nuevas perspectivas* (pp. 481-661). Madrid: Dilex.
- Jara, D. G., Cuetos, M. J. y Serna, A. I. (2015). *Didáctica de las Ciencias Naturales en Educación Primaria*. La Rioja: Universidad Internacional de La Rioja, S.A.

- Marcelo, C. y Vaillant, D. (2013). *Desarrollo profesional docente ¿Cómo se aprende a enseñar?* Madrid: Narcea, S.A. de Ediciones.
- Martínez-Chico, M., Jiménez, M. R. y López-Gay, R. (2014). La indagación en las propuestas de formación inicial de maestros: análisis de entrevistas a los formadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 591-608.
- Mellado, V. (2011). Formación del profesorado de Ciencias y buenas prácticas: el lugar de la innovación y la investigación didáctica. En A. Caamaño (coord.), *Física y Química. Investigación, innovación y buenas prácticas*. (pp. 11-30). Barcelona: GRAÓ.
- Mellado, V. Borrachero, A. B, Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A, Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez-Bernal, B., Jiménez, R. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36.
- Ministerio de Educación Pública (2010). *Módulo 2. La planificación y la mediación pedagógica desde el enfoque de la Educación Científica basada en la Indagación*. San José, Costa Rica: El Ministerio.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: European Comission.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez, R. y Mellado, V. (2007). El desarrollo profesional del profesorado de ciencias como integración de la reflexión y la práctica. La hipótesis de la complejidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), 372-393.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez, R. y Mellado, V. (2010). Los obstáculos para el desarrollo profesional de una profesora de enseñanza secundaria en ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 417-432.
- Zabala, A. (2014). *Enfoque globalizador y pensamiento complejo. Una propuesta para la comprensión e intervención en la realidad*. Barcelona: GRAÓ.

Modelos didácticos e indagación. Estudio preliminar con futuros profesores de secundaria

Rodríguez-Arteche, I., Martínez-Aznar, M. M.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid (UCM).

inigo.rodriguez.a@gmail.com

RESUMEN

Este estudio preliminar hace referencia a la formación inicial de profesores de física y química, desde un enfoque indagativo centrado en la resolución de problemas profesionales que pretende favorecer la elaboración de modelos didácticos constructivistas. En concreto, para abordar el diseño de actividades escolares se introdujo la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI). Finalizado el proceso formativo, se realizaron entrevistas semiestructuradas para profundizar en la visión de los dos participantes sobre la aplicabilidad de la MRPI. El análisis de las respuestas mediante ATLAS.ti permitió identificar sus percepciones sobre las fortalezas y debilidades de dicha metodología indagativa, y su relación con los modelos didácticos previamente asignados, aspectos que constituyen los objetivos del estudio. Se identificó un mayor número de reflexiones favorables hacia la MRPI, y se comprobó cómo la asignación a un modelo constructivista parece ser condición necesaria para la aplicabilidad de la indagación en educación secundaria.

Palabras clave

Formación inicial de profesores de física y química; indagación; modelos didácticos; entrevistas.

CONTEXTO Y MARCO TEÓRICO

Dentro de las metodologías indagativas se incluye la *resolución de problemas* verdaderos y contextualizados (Jiménez y Oliva, 2016), un método cuyo uso se está extendiendo en diversos estudios universitarios, y de forma particular en los educativos. Sin embargo, su utilización en otros niveles está siendo menor, quizás debido a las dificultades que implica su implementación para el profesor –los alumnos marcan las pautas y él actúa como guía–, y por las resistencias que pueden presentarse en los estudiantes, al suponer más trabajo y responsabilidad (Prince y Felder, 2007).

Asimismo, en la literatura sobre esta temática se detectan varios debates de interés. Por una parte, existe una cierta asociación entre la indagación y la enseñanza por descubrimiento, vinculación incorrecta ya que el trabajo de *andamiaje* por parte del profesor resulta muy relevante (Hmelo-Silver, Duncan y Chinn, 2007). Por otra parte, se viene reclamando que la utilización de estos métodos no responda a una simple moda de “indagar por indagar”, sino que se consideren expresamente capacidades como la *representación cualitativa* y la *modelización* (Windschitl, Thompson y Braaten, 2008), es decir, que la indagación favorezca el aprendizaje conceptual además del puramente procedimental.

Creemos que teniendo presentes las características antes descritas, la indagación debe ser parte activa de los programas de formación inicial del profesorado, por las ventajas que puede suponer para la adquisición de la competencia científica por parte de los escolares, y como forma de aumentar el interés hacia la Ciencia (Comisión Europea, 2007). Por ello, este trabajo forma parte de una investigación más amplia en el contexto del Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria (MFPS). Así, desde las asignaturas de Didáctica de la Física y Didáctica de la Química de la UCM se pretende favorecer la formalización de *modelos didácticos* constructivistas, en contraposición al modelo tradicional –o transmisivo-receptivo– (Fernández, Elortegui, Rodríguez y Moreno, 2001).

Estas asignaturas, organizadas en torno a la elaboración de Unidades Didácticas (Martínez, Varela, Ezquerro y Sotres, 2013), se plantean a partir de la resolución de problemas profesionales, como por ejemplo, *¿Cómo se pueden diseñar e implementar actividades para la Unidad Didáctica?* De esta forma, durante su resolución los profesores de didáctica introdujeron una metodología indagativa: la *Metodología de Resolución de Problemas como Investigación* (MRPI), un método que ha demostrado su utilidad y su aplicabilidad para diferentes disciplinas y niveles educativos (Pavón y Martínez, 2014; Rodríguez, Martínez y Garitagoitia, 2016).

La MRPI consta de 5 fases –que deben entenderse como un proceso cíclico a desarrollar en grupo–, contemplando las siguientes dimensiones de la competencia científica: 1. Análisis cualitativo del problema; 2. Emisión de hipótesis; 3. Diseño de estrategias de resolución; 4. Desarrollo y resolución del problema; 5. Análisis de resultados.

Ahora bien, ¿cómo se introdujo la MRPI? Nuestra premisa fue que, para favorecer la reflexión de los estudiantes sobre sus características –y en definitiva, promover su uso futuro en Educación Secundaria–, los estudiantes debían “vivir” experiencias de aprendizaje mediante esta metodología. Para ello, se presentaron secuencias de problemas abiertos para abordar los *Cambios físicos y químicos* y la *Óptica* en la ESO y el Bachillerato, entre otros. Además, se requirió que los estudiantes del MFPS resolvieran estos problemas, bajo el papel orientador de los profesores de didáctica, y finalmente realizaran informes sobre los mismos. Por todo ello, este trabajo pretende mostrar un primer análisis de hasta qué punto los futuros profesores asumen la conveniencia de utilizar la MRPI en secundaria, así como examinar la dependencia de las *creencias profesionales* en su satisfacción hacia esta metodología.

OBJETIVOS

Nos planteamos las siguientes *preguntas de investigación*:

1. ¿Cuáles son las fortalezas y debilidades de la posible implementación de la MRPI en secundaria señaladas más frecuentemente por parte de los futuros profesores?
2. ¿Existen diferencias entre las reflexiones sobre la MRPI por parte de futuros profesores asignados a modelos didácticos diferentes?

METODOLOGÍA

Este trabajo es descriptivo y cualitativo y se plantea como estudio de caso, desarrollado al término de las asignaturas de Didáctica de la Física y de la Química del MFPS de la UCM, en el curso 2015/16. Además, para responder la segunda pregunta de investigación ha sido necesario un requisito previo: la cumplimentación por parte de los estudiantes de un cuestionario tipo Likert de 30 ítems sobre *creencias profesionales*, seleccionados de una propuesta validada de nuestra Universidad (Martínez y otros, 2001). Cabe destacar

que a pesar de la existencia de toda una tipología de modelos didácticos (Fernández y otros, 2001), los ítems están formulados como una dicotomía entre los modelos tradicional y constructivista, de acuerdo con recomendaciones metodológicas como las de Siddiquee e Ikeda (2013). Estas cuestiones fueron seleccionadas para cubrir, en un tiempo razonable, las siguientes dimensiones docentes: contenidos, metodología, evaluación y percepción profesional.

Muestra de estudio

Del conjunto de futuros profesores que accedieron a participar en la investigación más amplia, para la presente comunicación se ha seleccionado un estudiante que asume en gran medida las características del modelo didáctico tradicional, y otro vinculado con una tendencia constructivista. Sus características se indican a continuación:

ESTUDIANTE A. Hombre. Graduado en Física. 24 años. Resultados a las proposiciones del cuestionario: 53.3% tendencia tradicional, 26.7% tendencia constructivista, 20% indecisión.

ESTUDIANTE B. Mujer. Licenciada en Química. 31 años. Resultados a las proposiciones del cuestionario: 10.0% tendencia tradicional, 76.7% tendencia constructivista, 13.3% indecisión.

Instrumentos y técnicas de recogida y análisis de datos

Para recabar los datos se han realizado entrevistas semiestructuradas (Kvale, 2011) en el momento final de las asignaturas, tras la resolución de las secuencias de problemas abiertos y la elaboración de Unidades Didácticas. El entrevistador, externo al desarrollo de las asignaturas, se encargó de plantear cuestiones acerca del punto de vista de los estudiantes sobre la MRPI: su relación con la adquisición de competencias, su posible acogida por el alumnado de secundaria, el rol del profesor... y el papel que podría tener la metodología en su futuro docente. En todo este proceso, el entrevistador procuró generar un clima de confianza, solicitando la concreción de las respuestas pero sin manifestar sus acuerdos o desacuerdos con las mismas.

Para analizar las reflexiones de los estudiantes, primero se transcribieron las entrevistas. A continuación, hubo que seleccionar las *categorías centrales* que serían objeto de análisis. Así, aunque en sus reflexiones hubo múltiples referencias a sus creencias profesionales en un sentido amplio, en el presente estudio nos centraremos en las *fortalezas y debilidades* que asocian a la posible implementación de la MRPI en Educación Secundaria. De esta forma, una vez seleccionada la información objeto de interés, se realizó un proceso de categorización, utilizando el programa de análisis ATLAS.ti. Así, la información correspondiente a la temática se segmentó en unidades de análisis (que ejemplificaremos en el apartado siguiente), y de este proceso emergieron una serie de *categorías secundarias* que fueron sometidas a juicio de expertos, categorías que permitirán responder las preguntas de investigación del trabajo.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran las frecuencias con que los futuros profesores explicaron fortalezas y debilidades sobre la posible utilización de la MRPI –la metodología indagativa considerada en el trabajo– en Educación Secundaria. Asimismo, la Tabla 2 recoge las categorías emergentes del análisis, junto con el número de intervenciones en cada caso.

Estudiante	Duración entrevista	Nº de reflexiones	Fortalezas (nº)	Fortalezas (%)	Debilidades (nº)	Debilidades (%)
A	41 min	44	22	50%	22	50%
B	48 min	60	45	75%	15	25%

Tabla 1. Frecuencias en las reflexiones de los estudiantes A (modelo didáctico 'tradicional') y B (modelo didáctico 'constructivista')

		Categorías y frecuencias de reflexión	Caso A	Caso B	
FORTALEZAS	ALUMNO	Autorreflexiva	1	5	
		Metacognición.....	–	3	
		Aprendizaje persistente.....	–	2	
		Autonomía	1	5	
		Aprendizaje cooperativo.....	2	1	
		Motivación	3	4	
		Satisfacción.....	–	2	
		Interés hacia la Ciencia.....	–	3	
	CURRÍCULO	<i>Aprendizaje:</i>			
		Conceptual	–	6	
		Capacidades	5	6	
		Actitudes.....	1	1	
		Verbalización.....	2	–	
		Resolución de problemas diversos.....	1	1	
Resolución de problemas reales.....		3	–		
Visión de la Naturaleza de la Ciencia	3	6			
DEBILIDADES	ALUMNO	<i>Dificultades:</i>			
		Requiere muchos conocimientos.....	–	3	
		Capacidades, procedimientos	2	2	
		Expectativas (apertura excesiva)	2	2	
		Manipulativas o experimentales.....	–	1	
	<i>Resistencia al trabajo:</i>				
	Derivada de la actividad.....	2	–		
	Derivada del trabajo cooperativo.....	1	1		
	Frustración	4	–		
	Para alumnado 'bueno'.....	2	0		
	Para cursos superiores.....	–	3		
	CURRÍCULO	Insuficiente para contenidos conceptuales ...	4	–	
		Insuficiente para resolver ejercicios.....	2	–	
	PROFESOR	Consume mucho tiempo de aula.....	–	1	
<i>Pérdida de control del proceso:</i>					
Consecución de objetivos.....		2	–		
Gestión del aula.....		1	–		
Diseño complejo de las actividades		–	1		
Riesgos en el laboratorio	–	1			

Tabla 2. Frecuencia de las categorías señaladas por los dos estudiantes sobre la MRPI (las más frecuentes, indicadas en 'negrita'). Las diferencias destacables entre los sujetos están en 'verde'

La Tabla 1 muestra que, mientras el estudiante A señala un mismo número de fortalezas y debilidades, para el estudiante B existe un dominio claro de sus potencialidades. Además, la Tabla 2 da cuenta de que, en el caso del estudiante B, hay una mayor variedad o riqueza en las reflexiones asociadas a las *fortalezas* de la metodología. Esta última tabla nos servirá como guía para responder las preguntas de investigación ya planteadas.

1. ¿Cuáles son las fortalezas y debilidades de la posible implementación de la MRPI a secundaria señaladas más frecuentemente por los dos futuros profesores?

En relación con las fortalezas de la MRPI, la reflexión encontrada con mayor frecuencia es la de que favorece el *aprendizaje de capacidades* (11 reflexiones, ver Tabla 2). En este sentido, algunas de las ideas apuntadas por ambos estudiantes fueron:

“Sí que es verdad que se adquirirían otro tipo de... de habilidades, como por ejemplo, la resolución de problemas [...] que no sean ‘cálculame tal, resuélveme tal’ [...]” (Estudiante A, #23a)

“no tiene por qué hacerse solo a nivel experimental, creo que es una metodología muy buena para [...] intentar que ellos busquen, analicen... como un trabajo de investigación teórico” (Estudiante B, #49b)

Otra de las ventajas más señaladas de la MRPI es la de que promueve una *visión actual de la naturaleza de la ciencia* (9 reflexiones), con aportaciones como:

“creo que acerca realmente la realidad de un científico en un laboratorio al alumno: [...] qué es lo que se ha obtenido, qué no, por qué es esto, por qué no es lo otro, qué puede hacer a continuación... Porque de la otra manera [...] con el guion le das todo establecido, y le das hasta incluso... lo que tienen que obtener” (Estudiante B, #41b)

Finalmente, otra fortaleza señalada con frecuencia por ambos estudiantes fue la capacidad *motivadora* de la MRPI (7 reflexiones), con ideas como la siguiente:

“una ventaja muy grande puede ser que... que puede motivar mucho a los alumnos, porque pueden estar acostumbrados siempre a la misma mecánica en clase, en plan ‘yo te cuento el rollo, tú luego resuelves estos ejercicios, los pones en un examen y se acabó’” (Estudiante A, #37a)

Ya en cuanto a las debilidades de la metodología indagativa trabajada, aquellas señaladas de forma reiterada por los dos futuros profesores tienen que ver con la *dificultad* excesiva que puede conllevar para el alumnado de secundaria. Por una parte esto se relaciona con las *capacidades y procedimientos* implicados en la MRPI (4 reflexiones), con ejemplos como:

“cuando tengan ellos que primero que hacer como el marco teórico y... pensar qué pueden hacer, pues les parezca un poco farragoso porque lo tienen que estar ellos buscando” (Estudiante B, #9b)

Igualmente, ambos estudiantes justifican que esta metodología podría conllevar una dificultad relevante debido a unas *expectativas* difusas en relación con las actividades (4 reflexiones), es decir, que el “grado de apertura” de los problemas ejemplificados en el máster puede parecerles excesivo. A continuación se muestra un ejemplo al respecto:

“yo esto lo veo una desventaja también grande, más por lo que yo he experimentado. A lo mejor te presentan un problema así, abierto [...] antes de que te den una explicación como tal te dicen ‘bueno, resuelve esto’, y lo primero que se puede plantear el estudiante es decir ‘bueno, ¿yo ahora qué hago?’ Sabes, ‘tengo estos materiales... pero luego no sé muy bien cómo enfocarlo’” (Estudiante A, #6a)

2. ¿Cuáles son las mayores diferencias entre las reflexiones de los dos futuros profesores?

La respuesta a esta pregunta de investigación requiere un análisis de las entrevistas en profundidad. Para el presente estudio exploratorio consideraremos *tres aspectos* sobre las

categorías emergentes del análisis donde se ha detectado una diferencia relevante en el número de aportaciones de los sujetos –indicado en verde en la Tabla 2–.

ASPECTO 1. Autorreflexión, autonomía y metacognición

En lo que respecta a estas tres categorías, hay una diferencia destacable en los dos estudiantes: el estudiante A –modelo tradicional– apenas las señala como fortalezas de la MRPI, y no realiza ninguna reflexión sobre la metacognición, mientras que el estudiante B –modelo constructivista– realiza 13 aportaciones sobre estas cualidades. Entre ellas, encontramos las siguientes:

“tiene como una prioridad de reflexión [...] el por qué vas a hacer esto o, según obtienes un resultado, el por qué has obtenido ese resultado. [...] a mí me pareció muy positiva porque me parece... que hace que reflexiones y te plantees las cosas” (Estudiante B, #17b, ‘Autorreflexiva’)

“a mí me ha hecho ver que... hay posible otra vía y creo que la iniciativa de los alumnos se puede ver reflejada en la práctica...” (Estudiante B, #20b, ‘Autonomía’)

“ellos pueden ver el sentido de ‘para qué estoy estudiando esto’, porque luego lo van a poner en práctica. Tienen que pensar sobre lo que han estudiado [...]” (Estudiante B, #21b, ‘Metacognición’)

De todo ello parece desprenderse que el estudiante B, con creencias docentes próximas al constructivismo, presenta una complejidad mayor en su reflexión (Vázquez, Jiménez y Mellado, 2007).

ASPECTO 2. Contenidos conceptuales

Una de las diferencias más destacables entre las dos entrevistas corresponde a la relación entre el trabajo sobre contenidos conceptuales y la MRPI. La Tabla 2 muestra que mientras el estudiante A considera que esta metodología indagativa resulta “insuficiente” para abordar estos contenidos, la estudiante B manifiesta lo contrario, es decir, que la MRPI promueve el aprendizaje conceptual. A continuación se muestran varios ejemplos de reflexiones:

“he hecho un par de MRPI aquí en el Máster y tal como alumno... Yo pienso que los contenidos teóricos se aprenden mucho mejor si son transmitidos por el profesor, y luego revisados por el estudiante, y estudiados y demás.” (Estudiante A, #8a, ‘Insuficiente para contenidos conceptuales’)

“aunque suene mal decirlo, pero... incluso yo me han quedado cosas más claras al hacer la MRPI, y se supone que yo tengo el máximo grado posible, pero... al ser conceptos como muy básicos que se supone que los tienes muy claros [...] nunca me lo había planteado de esa manera, y es como... encajar piezas de una manera diferente a como lo has hecho siempre.” (Estudiante B, #19b, ‘Aprendizaje conceptual’)

Estos ejemplos sugieren visiones muy diferentes del aprendizaje por parte de estos dos futuros profesores. El estudiante B sugiere la importancia de la contextualización de los conocimientos científicos, así como una visión del aprendizaje en continuo cuestionamiento y modificación, mientras que las reflexiones del estudiante A parecen asociar los conceptos científicos con verdades objetivas e inmutables que deben ser transmitidas por el profesor (Fernández y otros, 2001). No obstante, también es cierto que el estudiante B sugiere una posible inadecuación de la MRPI a los cursos más bajos, por requerimientos de conocimiento (ver Tabla 2), hecho que puede tener que ver con una resistencia del profesorado a implementar la indagación con fines distintos a los de “aplicación” del conocimiento.

ASPECTO 3. Emociones del alumnado

Diversos autores han señalado la importancia de las emociones en lo que se refiere a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, además de destacar su papel en el cambio

conceptual (Mellado, Blanco, Borrachero y Cárdenas, 2012). En este sentido, es posible que la percepción por parte del estudiante A de que la MRPI puede “frustrar” al alumnado de secundaria dificulte el que se anime a implementarla en un futuro (ver Tabla 2). Por el contrario, en el caso del estudiante B, la vinculación que establece entre la MRPI y la “satisfacción” y el “interés hacia la Ciencia” de los estudiantes es muy probable que favorezca el que en un futuro recurra a este tipo de metodologías de corte constructivista. Varias de las reflexiones asociadas a estas ideas son las siguientes:

“su primera sensación sería la de frustración... No frustración, pero desánimo [...] sentirse descolocados, de no saber muy bien por dónde... Hasta que consiguiesen, más o menos, hilar sus pensamientos [...] al principio se sentirían desesperanzados.” (Estudiante A, #13a, ‘Frustración’)

“Esos sentimientos no los tenía de la otra manera. En cambio, sí que los tuve haciendo la MRPI, entonces por eso me pareció... tan buena idea. Porque de alguna manera es como que, lo que consigues es como que lo consigues tú, es como un triunfo personal o un fracaso personal. Entonces, eso te hace implicarte más y quizás coger más interés.” (Estudiante B, #54b, ‘Satisfacción’)

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos sugieren implicaciones de interés para la formación inicial del profesorado de secundaria, y curiosamente parecen reproducir los debates existentes en el área acerca de las cualidades de la indagación (Couso, 2014). De esta forma, en cuanto a las fortalezas de la metodología indagativa considerada (MRPI), existe consenso acerca de su potencialidad para el aprendizaje de capacidades, pero esto no sucede en lo relativo al aprendizaje conceptual –el estudiante asignado al modelo tradicional no lo contempla–. Igualmente, ambos participantes manifiestan como debilidad de la MRPI el aspecto asociado a las expectativas difusas del alumnado respecto a las actividades. ¿Acaso asocian la indagación al aprendizaje por descubrimiento? (Hmelo-Silver y otros, 2007).

Por otra parte, el hecho de haber analizado las reflexiones en relación con el modelo didáctico –2ª pregunta de investigación–, parece indicar la dificultad que puede suponer el asumir este tipo de metodologías indagativas por parte del futuro profesorado con creencias de tipo tradicional más arraigadas (Opfer y Pedder, 2011). Asimismo, los aspectos emocionales como la frustración o la satisfacción, promovidos por el hecho de que los estudiantes “vivieran” en primera persona las características de estas metodologías, parecen actuar como catalizadores o inhibidores del posible cambio en las creencias profesionales (Mellado, Blanco, Borrachero y Cárdenas, 2012).

No obstante, las ideas aquí recogidas deben contemplarse con cierta precaución. Desde nuestro punto de vista, sería necesario extender este tipo de análisis a un mayor número de futuros profesores. Además, consideramos imprescindible el proporcionar más oportunidades para trabajar con metodologías de carácter indagativo en otras asignaturas del Máster, así como durante el periodo de desarrollo del Practicum.

BIBLIOGRAFÍA

Comisión Europea (2007). *Science Education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. (‘Informe Rocard’). Último acceso el 20 de febrero de 2016 desde http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

Couso, D. (2014). *De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica*. Actas de los 26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva: ÁPICE.

- Fernández, J., Elortegui, N., Rodríguez, J.F. y Moreno, T. (2001). *Modelos didácticos y enseñanza de las ciencias*. Tenerife: Centro de la Cultura Popular Canaria.
- Hmelo-Silver, C.E., Duncan, R.G. y Chinn, C.A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107.
- Jiménez, N. y Oliva, J.M. (2016) Aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales en formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: descripción de una experiencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 121-136.
- Kvale, S. (2011). *Las entrevistas en investigación Cualitativa*. Madrid: Morata.
- Martínez, M.M., Martín, R., Rodrigo, M., Varela, M.P., Fernández, M.P., Guerrero, A. (2001). ¿Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de Secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 67-87.
- Martínez, M.M., Varela, M.P., Ezquerra, Á. y Sotres, F. (2013). Las Unidades Didácticas escolares, basadas en competencias, como eje estructurante de la Didáctica de la Física y Didáctica de la Química para la formación inicial de profesores de secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(núm. extraordinario), 616-629.
- Mellado, V., Blanco, L.J., Borrachero, A.B. y Cárdenas, J.A. (2012). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas*. DEPROFE.
- Opfer, V.D. y Pedder, D. (2011). Conceptualizing teacher professional learning. *Review of Educational Research*, 81(3), 376-407.
- Pavón, F. y Martínez, M.M. (2014). La metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI): una propuesta indagativa para desarrollar la competencia científica en alumnos que cursan un programa de diversificación. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 469-492.
- Prince, M. y Felder, R. (2007). The many faces of inductive teaching and learning. *Journal of College Science Teaching*, 36(5), 14-20.
- Rodríguez, I., Martínez, M.M. y Garitagoitia, M.A. (2016). La competencia sobre planificación de investigaciones en 4º de ESO: Un estudio de caso. *Revista Complutense de Educación*, 27(1), 329-351.
- Siddiquee, M.N. e Ikeda, H. (2013). Science teacher's beliefs on teaching and learning at secondary schools in Bangladesh. *GSE Journal of Education*, 37-63.
- Vázquez, B., Jiménez, R. y Mellado, V. (2007). La reflexión de profesores de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), 73-90.
- Windschitl, M., Thompson, J. y Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92(5), 941-967.

Poniendo en apuros al profesorado en formación como paso previo a la reflexión

Sáez, M. J., Cortés, A. L.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza.

msaezbo@unizar.es

RESUMEN

En el presente trabajo mostramos un análisis de las ideas expresadas por profesores en formación inicial sobre determinados aspectos didácticos (dificultades con las que se podrían encontrar, estrategias para resolverlas, propuestas de mejora) en un momento concreto de una actividad relacionada con las salidas de campo. Los objetivos del trabajo son conocer los elementos de la propuesta planteada que consideran importantes y estudiar el nivel de reflexión sobre el tipo de cambios que realizarían para trabajar esa actividad en secundaria. Para ello, se utilizó un cuestionario semiestructurado en el que se incluían cuestiones relacionadas con este tipo de actividades. Los resultados muestran un nivel de reflexión general bajo, siendo necesario continuar con actividades posteriores para profundizar en aspectos didácticos relacionados con la temática.

Palabras clave

Formación inicial del profesorado, trabajo de campo, reflexión didáctica

INTRODUCCIÓN

El desarrollo profesional del profesorado de ciencias incluye un proceso progresivo de cambio de modelos, ideas y/ o creencias en torno a cómo enseñar (Jiménez Pérez y Wamba Aguado, 2004). Para lograr estos cambios, es necesario que durante la formación del profesorado se generen ambientes de reflexión y de intercambio de ideas al mismo tiempo que se muestran aspectos que permitan ampliar conocimientos sobre la profesión docente (Hoban, 2002).

La reflexión sobre la práctica docente debería ser un elemento clave en ese desarrollo profesional y tiene que comenzar ya en la formación inicial (Bell y Gilbert, 1996). De hecho, formar a unos buenos profesionales supone que, desde su formación inicial, se les prepare para reflexionar sobre su práctica, centrarse en determinados temas, establecer modelos y ejercer la capacidad de observación, análisis, metacognición y metacomunicación (Lafortune, Mongeau y Pallascio, 1998).

Sin embargo, fomentar una reflexión sobre situaciones de aula en la formación inicial del profesorado resulta una tarea compleja (Simon y Cambell, 2012). Así, en la formación de un “principiante reflexivo” se recomienda la selección de temas concretos y esenciales en el área, así como tener presente en todo momento que este tipo de estudiantes tienden a darle importancia a un tipo de aspectos determinados y subestimar otros no menos importantes (Perrenoud, 2004).

El presente trabajo se centra en una propuesta con profesores de biología y geología en formación inicial centrada en las salidas de campo. El objetivo de dicha propuesta es que los alumnos del máster de profesorado reflexionen sobre determinados aspectos

didácticos vinculados a este tipo de actividades. Para estudiar el grado de reflexión utilizamos un cuestionario semiestructurado que los alumnos del máster, de forma grupal, cumplieron como parte de la actividad. El análisis de los documentos presentados en este trabajo se incluye dentro un estudio exploratorio en el que se pretende conocer, entre otras cuestiones, qué piensan los profesores en formación acerca de una actividad práctica en concreto y si la visualización de su propia práctica influye en un cambio en esas ideas, tanto las relacionadas con la adaptación de la actividad a secundaria como la percepción del propio objetivo de la práctica.

MARCO TEÓRICO

Aspectos didácticos del trabajo de campo

El trabajo de campo es una herramienta básica en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, ya que permite conocer la realidad que nos rodea (Brusi, 1992) integrando, de este modo, contenidos conceptuales, procedimientos científicos, así como tratando de desarrollar actitudes positivas hacia la ciencia y el medio ambiente (Pedrinaci, 2012). A pesar de su importancia, declarada por la mayoría del profesorado, su utilización es muy reducida (Pedrinaci, 2012).

Son diversas las justificaciones frente a las pocas salidas de campo realizadas, tales como la falta de apoyo por parte de la administración educativa, la responsabilidad civil que conlleva o el número de alumnos (Pedrinaci, 2012), pero no por ello dejan de ser importantes. De hecho muchos autores las consideran como insustituibles (Brusi, 1992) y por ese motivo deberían trabajarse en la formación inicial del profesorado.

Conocer las dificultades con las que se encuentran los estudiantes mientras trabajan en el campo y los modos en los que las resuelven (Sáez y Cortés, 2012), pensar en la importancia de la planificación y en los factores que pueden afectar a la salida (Del Carmen y Pedrinaci, 1997) y tener en consideración las distintas estrategias que se pueden utilizar durante la misma (Pedrinaci, Sequeiros y García de la Torre, 1994) son elementos clave para poder fundamentar actividades de este tipo que deben ser consideradas a la hora de trabajar con profesores en formación.

Reflexión didáctica en la formación inicial del profesorado

A pesar de los distintos significados que puede tomar el concepto de pensamiento reflexivo, existe un consenso en que se trata de una habilidad esencial para identificar, analizar y resolver los problemas complejos que caracterizan al trabajo de los profesores (Toom, Husu y Patrikainen, 2014). Dewey (1989) define el término pensamiento reflexivo como aquel que implica una acción. Se trata de un proceso, y no de un fin, en el que a partir de una evidencia, la cual percibimos activamente, comenzamos a preguntarnos por la veracidad de la misma y, de este modo, iniciamos un proceso de reflexión.

Partiendo de la premisa de que todo proceso reflexivo requiere una acción, nos preguntamos ¿cómo podemos fomentar una reflexión sobre aspectos que podrían suceder en la clase de ciencias en alumnos que apenas han tenido experiencias como profesores en ella? Las dificultades con las que nos encontramos al tratar de fomentar un pensamiento reflexivo en la formación inicial del profesorado son múltiples: por un lado, la ausencia de experiencia por parte del alumnado (Simon y Campbell, 2012) y la falta de tiempo en los programas de formación (Perrenoud, 2004). Por otro lado, la priorización de aspectos meramente conceptuales y la búsqueda de recetas para enseñar, frente a aspectos relacionados con la reflexión y la metacognición (Hatton y Smith, 1999), entre

otras. Sin embargo, se han propuesto diversas estrategias para solventar estas barreras: el auto-video análisis de la actuación de los profesores en formación inicial en el aula (Simon y Campbell, 2012), el uso de textos escritos en diversos formatos (Hatton y Smith, 1999, Mena, García Rodríguez y Tillema, 2012) o las discusiones grupales sobre aspectos vinculados a la enseñanza (Yoon y Kim, 2010).

Otro aspecto a tener en consideración es la evaluación del proceso reflexivo. ¿Cómo sabemos si nuestros alumnos están reflexionando? En este trabajo tomamos como referencia la categorización utilizada por Hatton y Smith (1999). Estos autores analizan el grado de reflexión de profesores en formación inicial a partir de textos escritos, estableciendo 4 niveles: escritura descriptiva (descripción de una situación, no se considera reflexión), reflexión descriptiva (razones sobre una situación), reflexión dialógica (da razones justificadas sobre una situación) y reflexión crítica (las justificaciones de una situación van más allá considerando aspectos políticos o sociales, entre otros).

Algunos autores, como Rusell (2012), destacan la necesidad de fomentar la reflexión tanto en las prácticas de aula como fuera de ella, hablando de situaciones que pueden darse en las aulas y discutiendo sobre aspectos relevantes de las mismas. No obstante, como indica Schön (1998), en la práctica del mundo real los problemas no vienen dados de antemano. Para convertir una situación problemática en un verdadero problema, es necesario dar sentido a situaciones inciertas que inicialmente no lo tenían.

CONTEXTO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS

El presente trabajo forma parte de una investigación-acción que surge a partir de la necesidad de conocer qué aprenden y cómo aprenden los profesores en formación cuando se lleva a cabo una actividad de campo (Sáez y Cortés, 2014). Se ha seleccionado, como estudio de caso, uno de los cursos académicos en los que se ha desarrollado este modelo de propuesta formativa.

La propuesta planteada con el objetivo de hacer reflexionar a los participantes sobre los aspectos didácticos de las salidas de campo se estructuró considerando tres momentos:

- 1) Identificación de árboles y arbustos del campus universitario, explicando a los alumnos del máster que dicha propuesta podría ser aplicable a un aula de secundaria. Así, la propuesta seleccionada tenía una serie de limitaciones planteadas de forma premeditada. Por ejemplo, los libros de identificación de ejemplares no incluían todos los ejemplares presentes en la zona donde se iba a llevar a cabo la identificación. El grupo de clase se distribuyó en 3 equipos de trabajo, cada uno de los cuales grabó todo el proceso en vídeo.
- 2) Tras finalizar, cada equipo de trabajo cumplimentó un cuestionario semiestructurado en el que se planteaban las cuestiones que aparecen en el tabla 1. La estructuración de las cuestiones planteadas pretendía hacer que los alumnos del máster dejaran explícitas sus ideas acerca de aspectos concretos de la actividad y, de este modo, analizar la evolución de sus ideas en momentos posteriores.
- 3) Los grupos de trabajo visualizaban en días posteriores sus “actuaciones” (momento 1) y volvían a cumplimentar un cuestionario similar al del momento 2 (tabla 1), cerrando la propuesta con una discusión grupal sobre todo el proceso. Tanto en el momento posterior a la realización de la salida como tras la visualización del vídeo, los cuestionarios eran cumplimentados de forma individual y luego se reunían en

grupos para acordar qué aspectos consideraban más relevantes para incluirlos en el documento grupal.

En esta ocasión, el grupo-clase estaba formado por tan solo 13 estudiantes. Esto facilitó las grabaciones en vídeo de toda la actividad y permitió aligerar el proceso de recogida de información a través de los cuestionarios semiestructurados, el debate dentro de los equipos de trabajo, así como la puesta en común y discusión final con el grupo-clase.

Así, uno de los objetivos de esta investigación es conocer si a través del diseño de la propuesta logramos fomentar un pensamiento reflexivo en los estudiantes involucrados en la misma. Para ello, exploramos inicialmente las ideas en torno a la propuesta aplicada para, posteriormente, evaluar los posibles cambios que puedan surgir tras la visualización de sus propias actuaciones.

En este trabajo nos centramos únicamente en las declaraciones de los profesores en formación en el momento posterior a la realización de la salida (momento 2). Así, el objetivo es conocer las ideas de éstos en ese momento en cuanto a: los objetivos de la propia propuesta en su formación, las dificultades con las que se encuentran, los modos en los que resuelven esas dificultades, las dificultades que prevén en los alumnos de secundaria si se desarrollase la misma actividad y el modo en el que modificarían la actividad propuesta si la tuviesen que llevar a cabo en educación secundaria. Además analizamos el grado de reflexión de sus declaraciones en cuanto a esta última cuestión. En la tabla 1 mostramos las preguntas de investigación que relacionan cada una de las cuestiones planteadas a los profesores en formación.

METODOLOGÍA

Para este trabajo utilizamos como herramienta de registro los cuestionarios cumplimentados por los profesores en formación en el momento 2 de la propuesta (tabla 1).

Pregunta planteada (número de pregunta)	Pregunta de investigación
¿Cuál es el principal objetivo de la práctica que has realizado? (1)	¿Cómo perciben inicialmente los profesores en formación el objetivo de la actividad planteada?
Enumera los principales problemas que han surgido durante la realización de la actividad (2)	¿Cuáles son los problemas que detectan (y declaran) cuando se enfrentan a la actividad?
Enumera los principales modos de resolución de problemas durante la realización de esta actividad (3)	¿Qué tipo de estrategias consideran relevantes a la hora de resolver los problemas que surgen?
Enumera las principales dificultades previstas en los alumnos de secundaria (4)	¿Qué tipo de dificultades prevén en un aula de secundaria con la misma actividad?
Indica las principales propuesta de mejora para la actividad y justificalas (5)	¿Cuáles son los aspectos didácticos que tienen en consideración en la propuesta de mejora? ¿Qué nivel de reflexión se observa en las propuestas planteadas?

Tabla 1. Preguntas planteadas en el cuestionario y preguntas de investigación relacionadas.

El análisis de los documentos entregados por cada uno de los equipos de trabajo fue realizado atendiendo a un sistema de categorías para cada una de las cuestiones planteadas (tabla 2). Como herramienta de análisis se utilizó el programa de análisis Atlas.ti 6.0.

Por otra parte, para analizar el grado de reflexión ante la pregunta 5 (posibles propuestas de mejora) se consideró una adaptación de las categorías establecidas por Hatton y Smith (1999). En este caso, clasificamos el nivel de profundidad en la reflexión sobre la

actividad considerando si se describe la propuesta de mejora (yo modificaría...), se dan razones de dichas modificaciones (para...) y se justifican dichas razones (porque...).

A partir del sistema de categorías se extrajeron las principales ideas expresadas por cada equipo de trabajo tal y como se observa en el apartado de resultados. Cabe destacar que aunque solo realizamos el análisis con 3 documentos, uno de cada equipo de trabajo, dichos documentos parten de un acuerdo, puesta en común y selección de los aspectos más relevantes de cada uno de los miembros por los que estaba constituido cada equipo.

Número de cuestión	Categorías (Código)	Sub-categorías (Código)
1	Aprender contenidos (AC)	Aprender conceptos (ACC)
		Aprender procedimientos (ACP)
	Desarrollar actitudes positivas (ACA)	
	Pensar en didáctica (PD)	---
2 y 4	Dificultades vinculadas al aprendizaje (D1) (Sáez y Cortés, 2012)	Dificultades conceptuales (DC)
		Dificultades procedimentales (DP)
	Dificultades actitudinales (DA)	
	Dificultades vinculadas al diseño de la propuesta (D2)	En la selección de materiales (DMat)
3	Resolución (R) (Sáez y Cortés, 2012)	Uso de fuentes de información (G)
		Uso de conocimientos previos (CP)
		Solicitar ayuda al profesor o especialista (Prof)
		Debate (Deb)
5	Propuestas de mejora (Me)	Cambiar materiales (MMat)
		Trabajar antes de la salida en el aula (TP)
		Trabajar con posterioridad a la salida (TPost)
		Otros (O)

Tabla 2. Sistema de categorías empleado para el análisis

RESULTADOS

Las declaraciones realizadas por los grupos de trabajo se recogen en los resultados que aparecen en la imagen 1. En ella se muestra el número total de equipos que consideraron esa categoría para cada una de las cuestiones demandadas.

A modo de ejemplo mostramos algunas de las declaraciones. En el caso de los objetivos, algunas de sus respuestas fueron “utilizar claves dicotómicas” (ACP) o “tener iniciativa para tomar datos” (ACA). Así, uno de los equipos inicialmente declaró que el objetivo era “la valoración de una actividad de campo (...) valorando en primera persona las dificultades que pueden surgir a los alumnos” (PD). Llama la atención que en ningún momento aludan a aprender contenidos conceptuales.

En cuanto a las dificultades declaradas, los tres grupos están de acuerdo en que una de las dificultades con las que se encontraron era consecuencia de una mala selección de materiales dentro de la propuesta: “había especímenes no contemplados en la clave dicotómica”. Así, algunos de los grupos declararon el desconocimiento de la terminología (DC) o no saber cómo utilizar la clave de identificación (DP). Si nos centramos en las dificultades que preveían en educación secundaria, llama la atención el consenso en las

tres categorías establecidas y sin embargo no aparecen los problemas relacionados con la selección de materiales.

Las estrategias a la hora de superar los obstáculos considerados eran similares en las declaraciones de los tres equipos, por ejemplo, “mirar la descripción de los árboles entre los que no discerníamos” (G), o usar estrategias determinadas para identificar bien el ejemplar como “repassar los puntos señalados como dudosos en la clave” (CP).

Por último, en cuanto a las propuestas de mejora planteadas, todos los equipos coinciden en la necesidad de una sesión previa para trabajar conceptos o procedimientos, sin embargo, solo uno de ellos tiene en consideración trabajar después de la salida. La necesidad de modificar los materiales también es considerada.

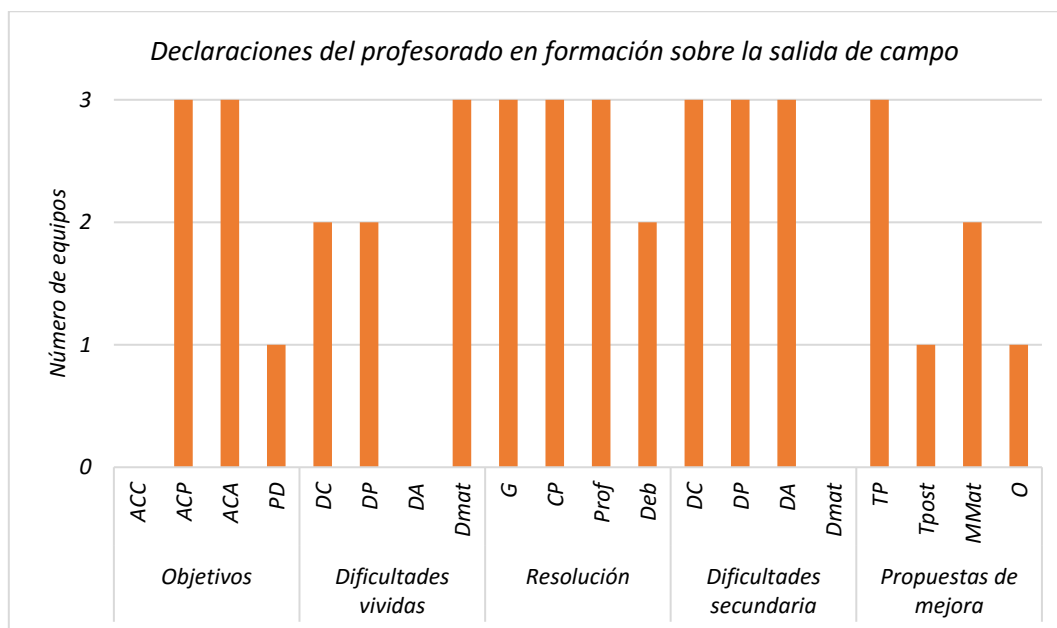


Imagen 1. Categorías incluidas en los informes de cada uno de los equipos de trabajo

Centrándonos en esta última cuestión, además de nombrar las mejoras que harían de la propuesta, se pidió que justificasen dichas propuestas. Así la cuestión fue abordada, tanto desde el punto de vista del tipo de aportaciones (imagen 1), como desde el enfoque de la profundidad en sus reflexiones acerca de las propuestas.

Cabe destacar que de las 12 propuestas de mejora aportadas entre los 3 equipos de trabajo, ocho se quedan en un nivel descriptivo. Por ejemplo “Explicación anterior al uso del libro, guía y clave dicotómica” (TP). Sólo 4 de las propuestas dan motivos que quedan sin justificar. Por ejemplo “adaptarla (la clave dicotómica) para que cubra los especímenes que los alumnos puedan encontrar en la zona seleccionada para la actividad” (MMat) o “dedicar una sesión posterior (...) que enriquezca la experiencia e induzca a la reflexión” (TPost).

DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES

El presente trabajo ha mostrado una pequeña parte de los resultados de una propuesta formativa de profesorado cuyo objetivo final es fomentar cierto grado de reflexión sobre aspectos didácticos vinculados a una salida de campo.

El análisis de las declaraciones de los profesores en formación en el momento posterior a la realización de la parte de la actividad vinculada únicamente a la propia salida, es decir, a lo que se propone como parte que se podría trabajar en secundaria, nos ha permitido

hacernos una idea de los aspectos didácticos que consideran o del objetivo que perciben en ese momento de la propuesta.

Así, uno de los aspectos más llamativos es que solo uno de los equipos de trabajo declara que la actividad está hecha para pensar en aspectos vinculados a las salidas de campo, mientras que el resto la perciben únicamente como una actividad en la que aprenden procedimientos y desarrollan actitudes.

En cuanto a las dificultades declaradas, es interesante la relación existente entre sus propias dificultades y las que prevén para un alumno de secundaria. Todos declaran que los materiales empleados son una posible fuente de problemas. Sin embargo, cuando piensan en los alumnos de secundaria, dicho obstáculo no aparece. Además, dan más importancia a dificultades tanto de nivel cognitivo como de predisposición para llevar a cabo este tipo de actividades.

Por último, entre las propuestas de mejora planteadas por los profesores en formación se destaca la necesidad de trabajar previamente en el aula. No obstante, se refieren no tanto a plantear el problema en el aula sino a preparar al alumnado previamente a nivel conceptual y procedimental (terminología, uso de las herramientas, entre otros). Asimismo, a pesar de haberles demandado una justificación, en la mayoría de las ocasiones solo describen el cambio y son pocas las propuestas que dan motivos por los cuales hacer esos cambios.

Los resultados a nivel general indican que si la actividad descrita finalizase en este momento, las reflexiones de los profesores en formación sobre los aspectos didácticos de la propuesta (qué y cómo aprenden los alumnos, que aspectos hay que considerar, cómo se podría mejorar), se quedarían en un nivel muy superficial. Para desencadenar un proceso de reflexión sobre este tipo de aspectos es necesario complementar este tipo de propuestas con elementos que permitan que los profesores en formación evalúen sus acciones y puedan discutir sobre las posibles consecuencias de la aplicación de este tipo de actividades en un contexto real.

AGRADECIMIENTOS

Grupo Consolidado de Investigación Aplicada BEAGLE (Gobierno de Aragón y Fondo Social Europeo). Proyecto EDU2011-27098 del MEC. Agradecemos las sugerencias aportadas por los revisores del comité científico.

BIBLIOGRAFÍA

- Bell, B., y Gilbert, J.K. (1996). *Teacher Development: A Model from Science Education*. Psychology Press.
- Brusi, D. (1992). Reflexiones en torno a la didáctica de las salidas de campo en Geología (II): aspectos didácticos. *Comunicación presentada en el VII Simposio Nacional sobre Enseñanza de la Geología, Santiago de Compostela*, 391-407.
- Del Carmen, L. y Pedrinaci, E. (1997). El uso del entorno y el trabajo de campo. En L. del Carmen (Coord.), *La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la naturaleza en la educación secundaria* (pp. 133-154). Barcelona: Editorial Horsori.
- Dewey, J. (1989). *Cómo pensamos: nueva exposición de la relación entre pensamiento y proceso educativo*. Barcelona: Paidós.
- Hatton, N. y D. Smith (1995). Reflection in teacher education: Towards definitions and implementation. *Teaching and Teacher Education*, 11, 33-49.

- Hoban, G. (2002). *Teacher learning for educational change*. Buckingham, UK: Open University Press.
- Jiménez Pérez, R. y Wamba Aguado, A.M. (2004). ¿Podemos construir un modelo de profesor que sirva de referencia para la formación de profesores en didáctica de las ciencias experimentales? *Revista de curriculum y formación del profesorado*, 8(1), 1-13.
- Lafortune, L., Mongeau, P., Pallascio, R. (1998). *Métacognition et compétences réflexives*. Montréal: Éditions Logiques.
- Mena-Marcos, J., García-Rodríguez, M.L. y Tillema, H. (2013). Student teacher reflective writing: what does it reveal? *European Journal of Teacher Education*, 36(2), 147-163.
- Pedrinaci, E. (2012). Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 71, 81-89.
- Pedrinaci, E., Sequeiros, L., García de la Torre, E. (1994). El trabajo de campo y el aprendizaje de la Geología. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 2, 37-46.
- Perrenoud, P. (2004). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar: profesionalización y razón pedagógica*. Barcelona: Graó.
- Rusell, T. (2012). Cambios paradigmáticos en la formación del profesorado: peligros, trampas y promesas no cumplidas. *Encounters on Education*, 13, 71-91.
- Sáez Bondía, M.J. y Cortés Gracia, A.L. (2012). Dificultades en la construcción del conocimiento científico detectadas analizando grabaciones de una actividad con maestros en formación. En J.M. Domínguez Castiñeiras (ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 601-608), Santiago de Compostela: USC/APICE.
- Sáez Bondía, M.J. y Cortés Gracia, A.L. (2014). El trabajo de campo en contextos de indagación. Estudio comparativo en la formación inicial del profesorado de primaria y secundaria. En M.A. de las Héras Pérez, A.A. Lorca Martí, B. Vázquez Bernal, A.M. Wamba Aguado y R. Jiménez Pérez, "Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante" (pp. 184 - 192). Huelva: Servicio de Publicaciones. Universidad de Huelva.
- Schön, D.A. (1998). *El profesional reflexivo: cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Barcelona: Paidós.
- Simon, S. y Campbell, S. (2012). Teacher learning and professional development in science education. En B. Fraser, K. Tobin y McRobbie C.J. (Eds.) *Second international handbook of science education* (pp. 307-321). Springer Netherlands.
- Toom, A., Husu, J. y Patrikainen, S. (2014). Student teachers' patterns of reflection in the context of teaching practice. *European Journal of Teacher Education*, 38(3), 1-21.
- Yoon, H.G. y Kim, M. (2010). Collaborative reflection through dilemma cases of science practical work during practicum. *International Journal of Science Education*, 32(3), 283-301

El Trabajo de Fin de Grado como oportunidad de reflexión y avance sobre la práctica docente en la enseñanza de las ciencias: Ciclos de mejora

Solís-Espallargas, C.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.

carmensolis@ugr.es

RESUMEN

Presentamos una propuesta de tutorización y formación en el marco del Trabajo de Fin de Grado de maestros en formación basada en Ciclos de mejora de la práctica docente para la enseñanza de las ciencias. Proponemos el Ciclo de mejora como un proceso de construcción progresiva que permite relacionar y sintetizar los aprendizajes de las asignaturas teóricas y los aprendizajes más vivenciales, así como reflexionar sobre los problemas prácticos profesionales para elaborar propuestas encaminadas a la construcción del conocimiento profesional y escolar. Recogemos como resultados de esta propuesta los autodiagnósticos que realizan los estudiantes durante el proceso, encaminados a la mejora de sus diseños e intervenciones en la enseñanza de las ciencias.

Palabras claves: Ciclo de mejora, Trabajo de Fin de Grado, Enseñanza de las ciencias, Formación de maestros, Problemas prácticos profesionales.

INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES Y PROPÓSITOS

La declaración de Bolonia nos ha conducido a la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) generando importantes cambios en la enseñanza universitaria. No sólo este cambio ha supuesto un cambio de estructura, sino también de actitudes y nuevas formas de enfocar la labor docente donde el modelo educativo que se defiende está centrado en el aprendizaje de competencias por parte del alumnado, de manera que todos los aspectos curriculares y organizativos se definen en torno a las competencias que tiene que adquirir el alumnado (Biggs, 2005). En coherencia, el estudiante pasa a ser un elemento activo y responsable de su proceso de aprendizaje y el docente abandona el papel de transmisor de información para convertirse en un facilitador del aprendizaje. En relación directa con la adquisición de competencias que habilitan al estudiante para el desempeño óptimo de la profesión aparecen nuevas materias en la estructura de los títulos de grado, entre ellas, el trabajo de fin de grado (en adelante TFG) siendo obligatorio en todos los grados tras la entrada en vigor del RD 1393/2007 de 29 de octubre.

Concretamente en la Universidad de Sevilla, el TFG en las titulaciones de la Facultad de Ciencias de la Educación es una asignatura obligatoria de 6 créditos ECTS, ubicada en el segundo cuatrimestre de 4º curso, y que consiste en la elaboración y defensa por parte del alumnado de un trabajo directamente relacionado con las competencias adquiridas en el Grado cursado. Supone un total de 150 horas de trabajo autónomo del estudiante, orientado por el docente a través de las sesiones de tutoría.

Este nuevo modelo, acorde con los principios que inspiraron el Espacio Europeo de Educación Superior, pretende que el estudiante sepa abordar de manera académica y profesional cualquier tema o ámbito de la educación tanto en su dimensión profesional como disciplinar. Esto requiere una mayor conexión entre la formación académica y la realidad profesional, y por tanto, una mayor reflexión en y sobre la práctica (Schön, 1992).

Sin embargo, diversos estudios (Russell, 2012), ponen de manifiesto que todavía sigue manteniéndose una brecha entre la formación teórica en la Universidad y la experiencia práctica profesional en las escuelas dentro del contexto de formación inicial de profesorado.

Algunas de las hipótesis explicativas señalan este fenómeno debido a la falta de metarreflexión crítica en la formación universitaria, presentando los contenidos como producto acabado y destinado a ser aprendido (García-Pérez, 2006). Así pues, las intenciones innovadoras y los intentos de hacer de las clases un ámbito de problematización, reflexión y debate en torno a cuestiones profesionales relevantes, frecuentemente es contrarrestado por el formato académico y por la estructura cronoespacial de la enseñanza universitaria institucionalizada.

Partiendo de estas premisas, en este trabajo contemplamos el TFG como una oportunidad para repensar la actividad práctica profesional, contrastando los saberes no reflexionados con los datos de la realidad y con las nuevas informaciones, poniendo el énfasis en los problemas prácticos profesionales como eje de la formación del maestro y la maestra, pues tiene una gran potencialidad formativa por cuanto involucran dimensiones importantes del desarrollo profesional, como la concepción de los contenidos escolares, la metodología didáctica utilizada o la implicación del propio docente en los problemas objeto de enseñanza (Porlán y Rivero, 2001; García-Pérez, 2000; 2006; Martín del Pozo et al., 2011).

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

El TFG se presenta para el estudiante como una oportunidad basada en la interiorización y reflexión de lo aprendido y la puesta en práctica de las competencias adquiridas durante el periodo formativo con el propósito de que el estudiante sepa abordar de manera académica y profesional cualquier tema o ámbito de la educación tanto en su dimensión profesional como disciplinar.

En la actualidad el diseño del TFG resulta una tarea que está demandando una gran coordinación por parte de los equipos docentes. En concreto, fruto de esta coordinación, se acordaron cuatro finalidades más concretas para los TFG llevados a cabo en el área de Didáctica de las ciencias experimentales.

La primera finalidad consiste en relacionar y sintetizar los aprendizajes de las asignaturas teóricas y los aprendizajes más vivenciales y empíricos realizados durante las prácticas, en la perspectiva de ir construyendo un conocimiento práctico profesional integrado y riguroso.

La segunda finalidad se basa en la reflexión sobre los problemas prácticos profesionales (para qué enseñar; qué enseñar; qué papel tiene las concepciones de los estudiantes; cómo enseñar; qué, quién y cómo evaluar; etc.) y sus interacciones, a fin de que el estudiante avance hacia la construcción de su propio modelo didáctico personal fundamentado.

La tercera finalidad se centra en elaborar propuestas de mejoras (diseñar, planificar, investigar y evaluar los procesos) encaminadas a la construcción del conocimiento profesional y escolar.

La cuarta finalidad pretende concebir el TFG como una oportunidad para favorecer la renovación de la cultura escolar tradicional y, desde esta perspectiva, entender las relaciones de la escuela con la realidad social como un proceso que debe contribuir a la comprensión y transformación de la misma.

En base a estos propósitos presentamos una propuesta de dirección y formación en el marco del Trabajo de Fin de Grado basada en *Ciclos de Mejora* de la práctica docente de maestros en formación para la enseñanza de las ciencias. Los ciclos de mejora se están desarrollando especialmente en los programas de formación de profesorado novel universitario (Ruiz y Moreno, 2006; Programa de formación docente del profesorado, 2015-2016), cuyo fin se centra en la mejora de la actuación docente identificando aspectos claves para comprender y dar sentido al proceso de enseñanza. Estos programas se basan en ciclos de reflexión-acción donde el docente en formación (profesor novel) realiza un análisis de su práctica y propone estrategias de mejora. Este proceso se realiza en el seno de un grupo de trabajo formado por profesores noveles y experimentados que paralelamente desarrollan sus ciclos de mejora. El grupo en formación está guiado por un docente tutor/mentor cuya función es la de acompañar y ofrecer recursos para las reflexiones, intercambios y propuestas de mejora.

Teniendo como referencia estos programas sobre formación y mejora de la práctica docente, concretamente en esta propuesta planteamos el *Ciclo de Mejora* como un proceso de construcción progresiva en el que el diseño se convierte en la “hipótesis de intervención” y el proceso continuo de evaluación-reflexión toma un carácter indagativo, todo ello basado en la práctica profesional.

A continuación presentamos las fases que componen El *Ciclo de Mejora*:

1. Retomar el documento de la Memoria de prácticas de 3º curso: el inicio de la mejora se realiza a partir de la intervención realizada en el periodo de prácticas del curso anterior para la enseñanza de las ciencias. Para ello el estudiante toma como documento de referencia para el análisis la memoria de prácticas realizada en la que se recoge el diseño de su propuesta didáctica así como una evaluación de su periodo como docente.
2. Evaluación-Reflexión 1: la mejora comienza con una evaluación del diseño y de la intervención realizada. Para ello el estudiante diseña una rúbrica de evaluación apoyada por documentos que el tutor aporta para la reflexión sobre la propia práctica docente y los resultados obtenidos.
3. Reformulación de la propuesta didáctica: el estudiante reformula la propuesta didáctica para la enseñanza de las ciencias en la que diseña una versión mejorada de la propuesta en la que incluye las mejoras fruto de la evaluación y reflexión.
4. Intervención: el estudiante lleva a cabo la nueva propuesta en su periodo de prácticas de 4º curso. Utiliza instrumentos de recogida de datos que le permitan realizar una segunda evaluación-reflexión de la propuesta y de su práctica docente.
5. Evaluación-Reflexión 2: el estudiante con la rúbrica y guiones de reflexión evalúa de nuevo su intervención, en la que detectará dificultades encontradas así como las mejoras necesarias.

6. Reformulación de la propuesta didáctica: el estudiante propone una versión mejorada (tercera versión) de su propuesta didáctica como resultado de la evaluación y reflexión. Para finalizar se le propone que establezcan una comparación entre la versión 1 y la 3 de su propuesta. De esta manera pretendemos que realicen una meta-reflexión sobre su propia evolución en el *Ciclo de Mejora*.

En la figura 1 presentamos un esquema del proceso:

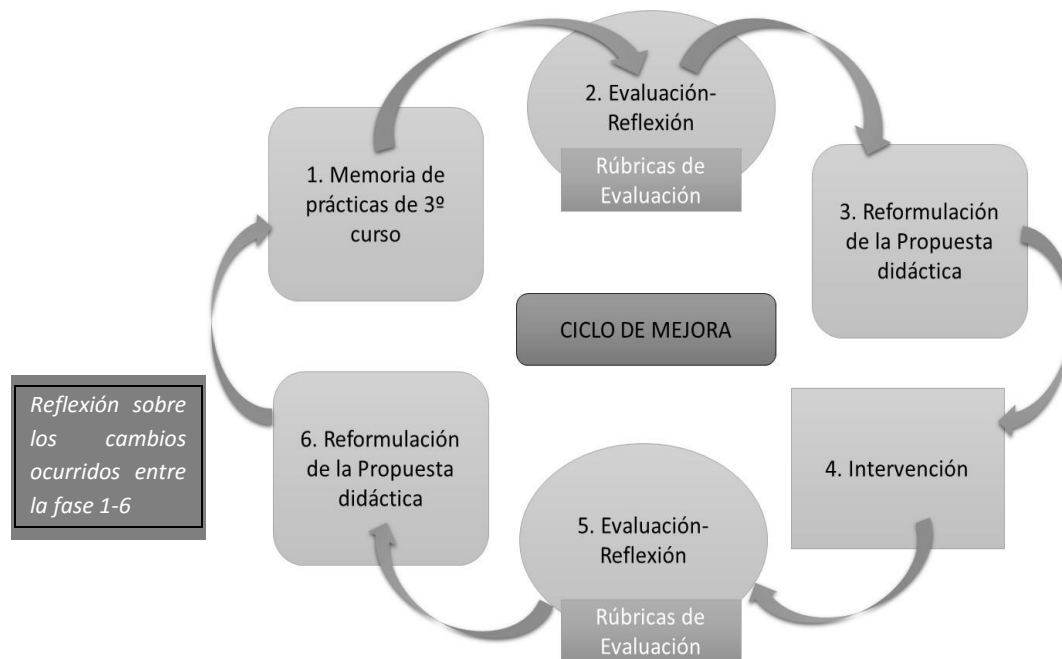


Figura 1. TFG basado en ciclo de mejora de la práctica docente para la enseñanza de las ciencias.

La labor de tutorización del estudiante en su ciclo de mejora resulta fundamental. El tutor desempeña un papel de orientador así como de creación de espacios para la reflexión en el que se intercambian percepciones, problemas, dificultades, etc., surgidas en el proceso. La formación del estudiante viene acompañada además de por el tutor por el grupo de estudiantes. Este grupo está formado por otros estudiantes que también se encuentran investigando sobre sus ciclos de mejora y tiene como objetivo compartir reflexiones y dificultades encontradas durante el proceso. A estos grupos los denominamos Grupos de Aprendizaje en Acción (GAA) (Mc Gill y Beaty, 1995). En este GAA las funciones desarrolladas por el tutor tutor/a serán, entre otras la de favorecer la reflexión sistemática y argumentada; estimular la búsqueda de recursos de investigación; impulsar el análisis conducente al aprendizaje de las situaciones vividas y velar por el respeto del propio grupo.

Es importante que los GAA, tal y como lo señalan De Lorenzo, Rekalde y Vaquero (2008), tenga un entramado estructural y dinámico que dé forma a las sesiones de trabajo grupales. Éste tiene que contemplar por un lado el establecimiento de reuniones periódicas del grupo y la negociación previa del grupo en torno a la temática de la siguiente sesión, así como el estricto cumplimiento de los compromisos previos a la sesión de grupo. Por otro lado, la distribución de la dinámica de las sesiones de la siguiente manera: 1) introducción, donde se expone brevemente el tema que se va a abordar en el grupo; 2) presentación por parte de cada persona de su trabajo: dónde se

encuentra, cómo ha avanzado respecto a la sesión anterior y, cuáles son sus necesidades y dificultades respecto a su proceso de indagación; 3) puesta en común de dudas, avances,...; 4) negociación en torno a la sesión próxima y, 4) cierre de la sesión donde el objetivo sea la reflexión en torno a los objetos de estudio y al trabajo en grupo.

METODOLOGÍA

El objetivo de este trabajo se basa en analizar los resultados de los *Ciclos de mejora* a través de la percepción que tienen los propios estudiantes sobre sus avances en el desarrollo de su práctica docente. Este análisis lo hemos realizado mediante los autodiagnósticos llevados a cabo en los momentos de evaluación-reflexión 1 y 2 del ciclo.

Para el autodiagnóstico los estudiantes han diseñado una rúbrica que les permite evaluar en qué modelo de enseñanza se sitúan atendiendo tanto al diseño como a la práctica profesional y les orienta en el proceso de mejora. En la línea de Díaz Barriga (2005) los estudiantes diseñan sus propias rúbricas como guías de evaluación donde se establecen niveles progresivos en relación al proceso de la persona.

Por ello, los estudiantes han diseñado tres niveles de progresión en su modelo de enseñanza basado en categorías de análisis correspondientes principalmente con los elementos curriculares básicos de una propuesta de enseñanza: contenidos, ideas de los alumnos, metodología y evaluación. Cada categoría está formada por ítems que caracterizan los tres niveles. Desde un nivel 1 correspondiente con un modelo de enseñanza de corte más tradicional (Porlán y Martín, 2000) hacia un nivel 3 caracterizado por un modelo basado en la enseñanza por investigación escolar (García Pérez y Porlán, 2000). En la siguiente tabla 1 vemos un ejemplo de diseño de rúbrica de un estudiante:

Categorías	Subcategorías	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Objetivos	Tipos de objetivos	Superficiales, generales, que no engloban las IP del alumnado.	Generales y específicos, sin tener en cuenta las IP del alumnado.	Relacionados con las IP del alumnado, engloban las distintas áreas de aprendizajes.
	Tipos de contenidos	Conceptuales	Conceptuales, Procedimentales, Actitudinales	Conceptuales, Procedimentales, Actitudinales y transversales.
Contenidos	¿Cómo?	Aislados	Manteniendo algunas relaciones	De manera interdisciplinar.
	Recursos	Libro	Dos o tres recursos: por ejemplo: libro de texto, diccionarios y manuales.	Variedad de recursos: medios tecnológicos, revistas, IP, materiales manipulativos, diccionarios, libros de texto...
	Tipos de actividades	Una actividad Superficial (ej. Preguntar: ¿Qué conocéis...?)	Más de una actividad de distintos tipos	Más de una actividad, que permita conocer realmente las IP (ej. Cuestionarios...)
Ideas Previas e Intereses	¿Cuándo se tienen en cuenta?	Nunca	Al principio	Se están continuamente comprobando
	Tipo Actividades	Tradicional Repetición, memorización	Tecnológica Repetición y algunas de reflexión.	Investigativa De todo tipo, destacando las de compartir ideas y reflexionar.
Metodología	Organización	Individual siempre	Individual y grupo clase	Individual, grupo clase y pequeños grupos cooperativo
	¿Cuándo se evalúa?	Al final	Al principio y al final	Todo el proceso de enseñanza aprendizaje
	¿Qué se evalúa?	Conceptos	Conceptos, Procedimientos	Conceptos, Procedimientos y Actitudes
	¿Quién evalúa?	Docente	Docente y Alumnado	Metaevaluación

Tabla 1: Ejemplo de diseño de rúbrica

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La propuesta presentada se diseña y se desarrolla por primera vez durante el curso 2013-2014 atendiendo a la implementación de esta nueva asignatura siguiendo la normativa en vigor. A continuación presentamos resultados de tres Trabajos de Fin de Grado aprobados en este curso que han seguido el modelo de *Ciclos de mejora* y han formado parte del mismo Grupo de Aprendizaje en Acción. Concretamente nos hemos centrado en la percepción que tienen los propios estudiantes sobre su ciclo de mejora. Para ello presentamos los resultados obtenidos de las rúbricas que ellos mismos han diseñado y han sido utilizadas en los dos procesos de evaluación-reflexión del ciclo. Estos momentos de evaluación-reflexión han sido claves para que ellos mismos se autoevalúen en qué nivel (características de su modelo de enseñanza) se encontraban en cada momento del *Ciclo de mejora*. A continuación presentamos una comparativa de los resultados de los autodiagnósticos mediante rúbricas del momento de evaluación 1 y del momento de evaluación 2 de cada estudiante:

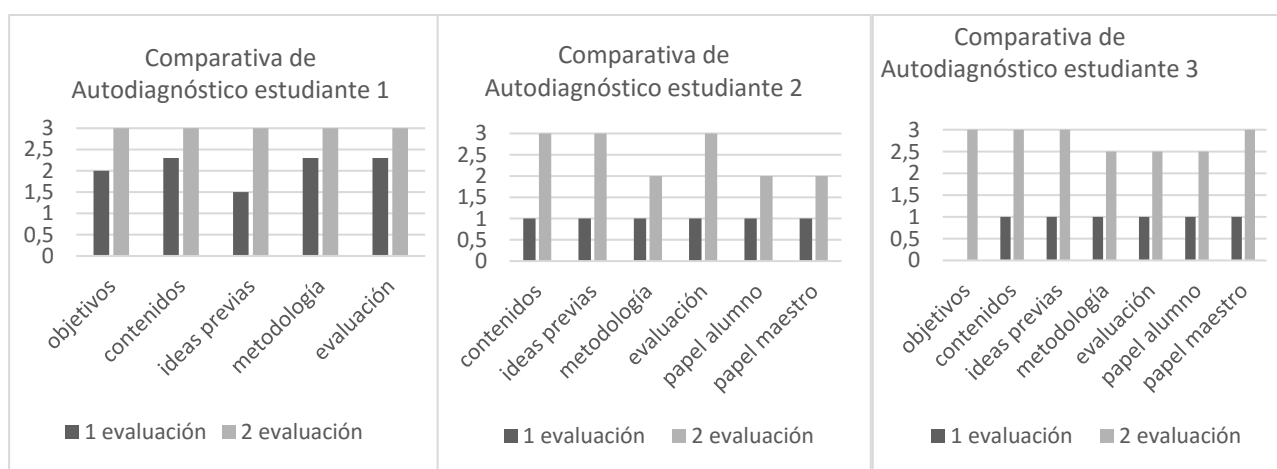


Figura 2. Comparativa de autodiagnósticos de los estudiantes.

De los resultados obtenidos del primer autodiagnóstico (evaluación 1), los estudiantes se ubican principalmente en un nivel 1 a excepción del estudiante 1 que se encuentra principalmente en un nivel 2 de partida.

Tras el autodiagnóstico de la “intervención mejorada” (evaluación 2) los resultados nos muestran que los tres estudiantes tienen la percepción de que se encuentran ubicados principalmente en el nivel 2-3 de enseñanza excepto el estudiante 1 que se encuentra en un nivel 3. Estos datos nos llevan a concluir que ellos mismos perciben que han mejorado tanto sus propuestas de diseño como sus intervenciones en la enseñanza de las ciencias.

Como conclusión final proponemos los *Ciclos de mejora* como una estrategia formativa que ayuda a favorecer el desarrollo profesional, conectando la teoría y la práctica, así como la autonomía del propio estudiante. Para el fomento de esta autonomía resulta fundamental tanto el proceso de evaluación-reflexión crítica mediante los autodiagnósticos, así como los Grupos de Aprendizaje en Acción guiados por el tutor, en el que se enriquezcan las reflexiones y se propongan alternativas conjuntas a las dificultades surgidas en el proceso.

Por último, queremos resaltar que la propuesta de *Ciclo de mejora* sobre la práctica docente como TFG, por un lado permite integrar los aprendizajes más teóricos obtenidos a lo largo del Grado con los más vivenciales y empíricos disminuyendo esa brecha entre lo teórico y lo práctico en la línea de Carr y Kemmis (1988), que considera la formación

de profesorado como una relación entre lo teórico y lo práctico, donde la teoría se desarrolla y pone a prueba, en y a través de la reflexión y la práctica. Por otro lado, permite reflexionar sobre problemas prácticos profesionales situando al estudiante en cada momento a lo largo del ciclo de mejora en relación a su modelo de enseñanza. Por último, permite elaborar propuestas de mejora a partir de la propia autoevaluación encaminadas a seguir construyendo su conocimiento profesional y escolar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Biggs, J. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Narcea.
- Carr, W., y Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza: la investigación-acción en la formación del profesorado*. Ediciones Martínez Roca.
- De Lorenzo, E.; Rekalde, I. y Vaquero, A. (2008). “La inquietante experiencia de formarse como investigador cualitativo”. *Revista e.ducare21*.
- Díaz Barriga, Frida (2005). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw Hill.
- García Pérez, F.F. y Porlán, R. (2000). El Proyecto IRES (Investigación y Renovación Escolar): En: *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, nº 205, 13 pp. Recuperado de: http://www.ub.es/geocrit/b3w_205.htm. [Último acceso 1 de Febrero del 2016]
- Pérez, F. F. G. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales*, (207), 18.
- García-Pérez, F. F. (2006). Formación del profesorado y realidades educativas: una perspectiva centrada en los problemas prácticos profesionales. In *La formación del profesorado y la mejora de la educación: políticas y prácticas* (pp. 269-310). Octaedro Editorial.
- Mateo, I. (2000). *La evaluación educativa, su práctica y otras metáforas*. Barcelona: ICE-Horsori.
- MC Gill, I. y Beaty, L. (1995). *Action Learning: A guide for professional, management and educational development*. London: Kogan Page.
- Porlán, R. y Martín Toscano, J. (1991). *El diario del profesor*. Un recurso para la investigación el aula. Sevilla: Díada.
- Porlán, R., Martín del Pozo, R., Martín, J., & Rivero, A. (2001). La relación teoría-práctica en la formación permanente del profesorado. *Sevilla: Díada*.
- Porlán, R., del Pozo, R. M., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P., y Pizzato, M. (2011). El cambio del profesorado de ciencias II: itinerarios de progresión y obstáculos en estudiantes de magisterio. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 29(3), 353-370.
- Programa de formación docente del profesorado, 2015-2016. Universidad de Sevilla. https://sfep.us.es/wsfe/sfep/formacion_docente.html [Último acceso 1 de Febrero del 2016]
- Russell, T. (2012). Queen's University, *Encounters/Encuentros/Rencontres on Education*, 13, 71-91
- Ruiz, C. M., & Moreno, M. S. (2006). Los jóvenes profesores universitarios y su

formación pedagógica: claves y controversias. *Revista de Educación*, (339), 923-946.

Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.

Schon, D. A. (1992). *La formación de profesionales reflexivos: hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid (España).

Formação continuada para o desenvolvimento de atividades práticas no ensino de ciências

Souza, G. F., Pinheiro, N. A. M., Miquelin, A. F.

Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Brasil

E-mail: grazi.fsouza@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho visa relatar uma experiência desenvolvida por meio de uma oficina, realizada junto a 22 professores participantes do programa brasileiro de capacitação docente - Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa. A temática abordada foi o uso de Mapas Conceituais e a Experimentação no Ensino de Ciências, com vistas a oferecer formação continuada teórica e prática para a efetivação de atividades experimentais relacionadas ao ensino de ciências. Foi desenvolvida uma capacitação docente, oferecendo subsídios ao desenvolvimento de atividades de experimentação sobre fenômenos físicos para anos iniciais da educação básica brasileira. A oficina proporcionou aproximação com atividades que permitem o desenvolvimento do ensino investigativo e desenvolvimento da Alfabetização Científica. Esta relação com a perspectiva da Alfabetização Científica revelou algumas dificuldades enfrentadas pelos professores para o ensino de ciências e a necessidade de capacitar educadores para a tomada de decisões e consciência crítica diante da construção do conhecimento científico de seus alunos.

Palavras chave

Formação continuada, ensino de ciências, alfabetização científica.

INTRODUÇÃO

A formação continuada de professores da educação básica tem sido o foco de inúmeras propostas governamentais e pesquisas educacionais nos últimos anos. Em busca da melhora na qualidade de ensino alguns programas tem sido desenvolvidos para capacitar de forma inicial e continuada os professores da educação básica brasileira.

Contudo, verifica-se ainda a necessidade de ampliar essa formação a todas as áreas do currículo da educação básica, de modo a promover uma formação integral dos estudantes.

Neste sentido, este trabalho relata a experiência realizada em uma oficina oferecida aos professores participantes do programa brasileiro de capacitação docente - Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa (PNAIC).

O PNAIC tem como objetivo a formação continuada dos professores alfabetizadores que atuam nos anos iniciais do Ensino Fundamental (1º ano a 5º ano). Esse programa conta com a participação articulada dos governos federal, estaduais e municipais para firmar o compromisso de alfabetizar todas as crianças até oito anos de idade.

A perspectiva interdisciplinar oferecida nesta etapa do programa, evidencia a necessidade de ampliar a formação dos professores para que a alfabetização ocorra não somente ligada às áreas de linguagem e matemática, mas também das ciências que constituem o currículo dos anos iniciais do ensino fundamental.

Nos anos iniciais da educação básica verifica-se que o ensino de ciências tem ocupado lugar coadjuvante nos currículos, que concebem a linguagem e a matemática como prioridades para as propostas educacionais.

No entanto verifica-se na literatura a importância do desenvolvimento de uma cultura científica desde as primeiras etapas do ensino fundamental com vistas ao desenvolvimento da Alfabetização Científica.

Desenvolver o pensamento científico em crianças no início de sua formação escolar permite aprimorar suas habilidades de reconhecimento do mundo e de si mesmo. As contribuições desta formação evidenciam a ocorrência da Alfabetização Científica em um processo que pode ser iniciado desde as primeiras etapas do ensino fundamental.

Esta perspectiva de formação científica tem como principal objetivo oferecer aos estudantes o desenvolvimento das capacidades de pesquisa, investigação, reflexão e posicionamento crítico e consciente diante dos avanços científicos e tecnológicos da sociedade.

No entanto, a efetivação destas propostas perpassam a formação dos educadores que irão desenvolver práticas de ensino coerentes com esta dimensão.

O PROGRAMA DE FORMAÇÃO DOCENTE: PACTO NACIONAL PELA ALFABETIZAÇÃO NA IDADE

O Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa (PNAIC) é uma estratégia do governo federal brasileiro, lançada em novembro de 2012, com foco na melhoria da qualidade do ensino, sobretudo dos índices de alfabetização em todo o país. O programa prevê ações de capacitações docente e metas alfabetização de crianças da rede pública de ensino até os 8 anos de idade, estabelecendo como meta nacional a data de 31 de dezembro de 2022 para efetivação da proposta.

O programa brasileiro se apoia em eixos de atuação: formação continuada presencial para os professores alfabetizadores; materiais didáticos, obras literárias, obras de apoio pedagógico, jogos e tecnologias educacionais; avaliações sistemáticas e gestão, controle social e mobilização (BRASIL, 2012).

Aos professores participantes, bem como, supervisores, tutores e coordenadores do programa são destinadas bolsas de estudos que estão vinculadas ao desenvolvimento de atividades estipuladas em cronograma próprio do programa.

Conforme material de divulgação do PNAIC (BRASIL, 2012) a formação docente é uma tarefa complexa que necessita de esforços de toda a sociedade. Para tal o programa conta com parcerias de universidades públicas e privadas, bem como governos municipais e estaduais de todo o país.

O foco na formação continuada permite ao professor participante do programa estudo e reflexão sobre sua prática. A troca de experiências com seus pares e também formações recebidas durante a realização das atividades de informação conduzem os professores para o exercício de práticas de melhoria na qualidade do ensino.

O PNAIC vem desenvolvendo-se desde o ano de 2012, quando foi lançado, estruturando os processos de formação em cadernos e materiais que instrumentalizam professores e formadores no desenvolvimento de práticas de alfabetização.

A convite dos Orientadores de Estudo do PNAIC, foi desenvolvida uma oficina de formação, junto a um grupo de professores participantes do programa, com temática relacionada ao Ensino de Ciências no Ensino Fundamental.

A proposta desenvolvida contemplou formação teórica sobre Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa, bem como atividades de experimentação relacionadas à conceitos da disciplina de Ciências Naturais para os anos iniciais do ensino fundamental.

Além disso, o desenvolvimento de atividades práticas para o ensino de ciências buscou oferecer subsídios práticos aos educadores, de modo a contribuir com o trabalho docente para o desenvolvimento de um ensino investigativo, voltado para a Alfabetização Científica.

O ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA BRASILEIRA

O sistema educacional brasileiro é dividido em Educação Básica e Ensino Superior. A Educação Básica, a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB - 9.394/96), passou a ser estruturada por etapas e modalidades de ensino, englobando a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio.

Os anos iniciais do ensino fundamental tem como objetivo construir os primeiros significados do mundo científico e compreensões dos fenômenos da natureza, permitindo que ao longo do processo educacional o aprendiz sistematize estes conhecimentos, construindo conceitos e ressignificando-os em sua prática.

Nesta etapa o ensino de Ciências Naturais tem se desenvolvido sob diferentes propostas metodológicas, tendo seus objetivos norteados Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), os quais destacam como meta o reconhecimento da Ciência como um conhecimento que colabora para a compreensão do mundo e suas transformações, além do compreensão do ser humano como constituinte do universo (BRASIL, 1997, p. 21)

O ensino de Ciências Naturais também é espaço privilegiado em que as diferentes explicações sobre o mundo, os fenômenos da natureza e as transformações produzidas pelo homem podem ser expostos e comparados. É espaço de expressão das explicações espontâneas dos alunos e daquelas oriundas de vários sistemas explicativos. (BRASIL, 1997, p. 22)

Entende-se que durante todas as etapas do ensino fundamental o ensino de ciências deverá propiciar conhecimentos e oportunidades de desenvolvimento de capacidades necessárias para compreensão dos fenômenos e transformações da sociedade, onde o cidadão seja capaz de tomar posição e intervir em sua realidade (LORENZETTI, 2000).

Assim, o processo iniciado nos primeiros anos do ensino fundamental tem como fundamento a compreensão dos fenômenos naturais, mas também aproxima os educandos da ciência, uma vez que o conhecimento científico não deve ser apenas transmitido, mas sim construído pelo aprendiz.

Como tal, entende-se que o ensino de ciências deve extrapolar os espaços escolares, possibilitando a compreensão do mundo em que se insere o aprendiz e que este se reconheça como parte integrante desse meio.

Neste processo, Lorenzetti (2000, p. 32) afirma que “nas Séries Iniciais a criança defronta-se com o conhecimento científico e sua compreensão dependerá da concepção de Ciência e de Educação que baliza a prática pedagógica”, assim espera-se que o ensino, sobretudo de ciências, supere a passividade do educando diante de seu processo de aprendizagem, permitindo que as relações entre o conhecimento e o meio possam se estabelecer ao longo do processo educacional, contribuindo para o desenvolvimento de uma sociedade alfabetizada não somente nas áreas de linguagem e matemática, mas também cientificamente.

A importância da Alfabetização Científica

As implicações de uma sociedade desenvolvida científica e tecnologicamente indicam a necessidade da construção de uma democratização de saberes que envolvem a formação de cidadã em espaços formais e informais de ensino.

No espaço escolar, esta perspectiva gera desafios pedagógicos que compreendem a capacidade de formação de cidadãos cada vez mais aptos para intervir e compreender o mundo que os rodeia de forma consciente e responsável.

Este aspecto pressupõe novas abordagens ao ensino, em uma dimensão de capacitação social, sobrepondo-se à memorização e ao ensino conteudista de fórmulas, conceitos e generalizações. Assim, torna-se necessário uma renovação no ensino sob um enfoque reflexivo diante da ciência e tecnologia, contribuindo para a Alfabetização Científica dos educandos.

A Alfabetização Científica está ligada diretamente a esta formação dos alunos para a vida social. Nesta abordagem, as práticas educacionais desenvolvem-se dialogicamente, através da investigação, reflexão e interdisciplinaridade, contribuindo para a compreensão e tomada de decisões diante dos avanços científicos e tecnológicos.

O desenvolvimento de uma cultura científica e a alfabetização nesta área, que pode ser compreendida como uma linguagem (CHASSOT, 2003; LORENZETTI, DELIZOICOV, 2001) traz ao ensino, sobretudo o de Ciências, uma ruptura com paradigmas e padrões de ensino tecnicistas, com centralização do conhecimento na figura do professor.

Ao romper com estes padrões, coloca-se ao ensino de ciências novas exigências em busca não somente da aprendizagem dos conceitos da área, mas principalmente na formação social dos educandos.

A perspectiva da Alfabetização Científica coloca-se como um novo horizonte ao ensino das ciências, uma vez que a literatura descreve-a como uma área de saber e também como uma linguagem, assim como as demais (matemática, geografia, arte, etc.).

Para Lorenzetti e Delizoicov (2001, p.8-9), a Alfabetização Científica é entendida “[...] como o processo pelo qual a linguagem das Ciências Naturais adquire significados, constituindo-se um meio para o indivíduo ampliar o seu universo de conhecimento, a sua cultura, como cidadão inserido na sociedade”.

Ao compreendê-la como uma linguagem, o desenvolvimento de uma cultura científica ganha maior importância e espaço dentro dos ambientes de ensino, no sentido de crescimento cultural e social.

Entende-se segundo Chassot (2003) que é necessário também alfabetizar cientificamente os estudantes, pois “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. É um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do universo”.

Necessita-se então, do desenvolvimento de processos de ensino que preparem os alunos para a compreensão deste universo. Isso exige uma modificação nos currículos escolares e formação docente, assim como ressalta Cachapuz et al. (2005, p.10) ao afirmar que “precisamos não só de uma renovação epistemológica dos professores, mas que essa venha acompanhada por uma renovação didático-metodológica de suas aulas”.

Estas mudanças nas abordagens de ensino colocam-se em concordância com a fala de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009, p. 34), ao afirmarem que “o trabalho docente precisa ser direcionado para a sua apropriação crítica pelos alunos, de modo que

efetivamente se incorpore no universo das representações sociais e se constitua como cultura”.

Assim, a necessidade de mudanças de práticas para o desenvolvimento da Alfabetização Científica torna-se evidente ao ensino de ciências em todos os segmentos de ensino. Para tanto, desenvolveu-se uma oficina de formação continuada para professores, entendendo que a capacitação destes profissionais poderá construir para uma aprendizagem de qualidade e para a possibilidade de ruptura com a visão determinística da ciência e passividade diante do desenvolvimento científico e tecnológico.

METODOLOGIA

A atividade de formação continuada para os professores da educação básica desenvolveu-se na modalidade de Oficina e contou com a participação de 22 professores da educação básica brasileira. A formação oferecida fez parte de uma série de atividades de capacitação e formação continuada, oferecidas aos professores participantes do Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa, uma iniciativa do governo federal em parceria com os governos estaduais e municipais brasileiros.

A convite dos orientadores de estudo deste programa, desenvolveu-se um plano de atividades de capacitação docente, contemplando a formação para o ensino de Ciências Naturais nos anos iniciais.

No primeiro momento da oficina, foram selecionados aspectos teóricos que fundamentam o desenvolvimento da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003) através da aplicação de Mapas Conceituais (NOVAK, 2010,1984) como forma de registro e sistematização de aprendizagem.

Esta abordagem teórica foi apresentada aos participantes como uma metodologia de trabalho para o desenvolvimento de atividades de investigação no ensino de ciências naturais, sistematizando e oferecendo ao educador possibilidades de verificação da aprendizagem e avanço conceitual do educando.

Aos participantes foi oferecida uma apostila com textos que balizam essas teorias educacionais, bem como apresentação das mesmas através de recurso midiático, com discussão e reflexão sobre os aspectos fundamentais de aprendizagem que são evidenciados na teoria.

No segundo momento da oficina, os participantes foram convidados a reunirem-se em grupos para a realização de atividades experimentais. Cada grupo recebeu indicações para realização de um experimento, totalizando 8 atividades que abordaram conceitos relacionados aos fenômenos físicos, presentes no currículo de ciências naturais dos anos iniciais.

As experiências realizadas foram descritas na apostila oferecida aos participantes onde , para cada atividade, solicitou-se que os professores registrassem os conceitos mobilizados com o experimento na forma de mapa conceitual, conforme considerações abordadas no primeiro momento da oficina.

O conjunto de experimentos desenvolvidos contemplou conceitos relacionados aos estados físicos da água, ar, matéria, massa, volume, equilíbrio, densidade, magnetismo e eletricidade.



Figura 1: Exemplos de experiências realizadas na oficina

Cada grupo desenvolveu seu experimento e construiu um mapa conceitual inicial sobre o mesmo apresentando-o ao grupo, de modo a socializar os conceitos e conhecimentos evidenciados em cada atividade.

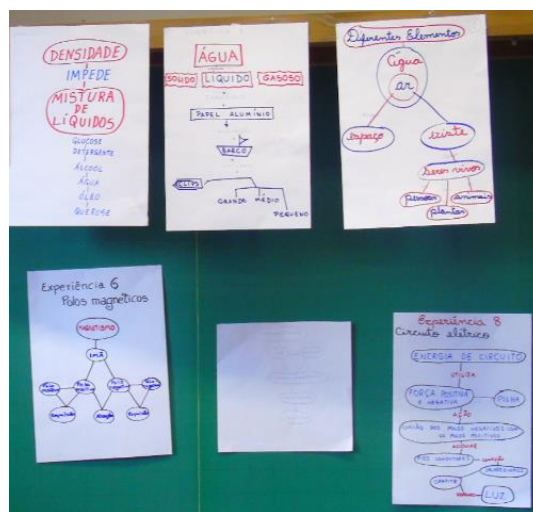


Figura 2: Mapas conceituais elaborados pelos participantes da oficina

Ao final das atividades os participantes foram convidados a responder um questionário que investigou a percepção dos mesmos sobre a implementação das atividades vivenciadas em sua sala de aula, bem como os desafios e dificuldades para a efetivação de propostas para o ensino de ciências e o desenvolvimento da Alfabetização Científica.

CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

O desenvolvimento de uma cultura científica capaz de formar o educando para o exercício de seu papel como ator social está diretamente ligado aos processos de formação que o mesmo vivenciará em seu percurso escolar.

No espaço escolar, esta perspectiva gera desafios pedagógicos que compreendem a capacidade de formação de cidadãos cada vez mais aptos para intervir e compreender o mundo que os rodeia de forma consciente e responsável.

Este aspecto pressupõe novas abordagens ao ensino, em uma dimensão de capacitação social, sobrepondo-se à memorização e ao ensino conteudista de fórmulas, conceitos e generalizações. Assim, torna-se necessário uma renovação no ensino sob um enfoque reflexivo diante da ciência e tecnologia, contribuindo para a Alfabetização Científica dos educandos.

A oficina realizada buscou oferecer subsídios para o desenvolvimento de práticas no ensino de ciências que viabilizem esta dimensão. De modo geral, verificou-se junto aos

participantes a necessidade de oferecer de forma continuada mais formações voltadas para a alfabetização científica, além das áreas de linguagem e matemática.

Durante o desenvolvimento da oficina foi possível observar junto aos participantes que os mesmos não conheciam a teoria dos Mapas Conceituais de Joseph Novak e também os pressupostos da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

A apresentação dos aspectos relacionados a esta perspectiva educativa contou com a discussão e reflexão dos participantes sobre seus fundamentos, demonstrando interesse em aprofundar os conhecimentos sobre esta, principalmente sobre suas formas de utilização como possibilidade para a construção de conhecimento junto a seus alunos.

Verificou-se também nesta oficina, que embora os professores tenham recebido formação para a elaboração de mapas conceituais, a familiaridade com a técnica é fundamental para que se construam bons mapas conceituais.

Os mapas elaborados pelos participantes foram mapas iniciais tanto no que refere-se aos conceitos mobilizados pelos experimentos, quanto as primeiras tentativas de mapeamento conceitual.

Ao elaborarem seus mapas conceituais constatou-se que há necessidade de ampliar os estudos sobre a técnica, uma vez que os mapas apresentados pelos participantes ainda distanciam-se dos elementos fundamentais do mapeamento cognitivo, pela ausência, em alguns casos, de palavras de ligação e hierarquia entre conceitos de maior e menor amplitude.

Desta forma, as estruturas mapeadas pelos professores também revelam em alguns exemplos (Figura 2) erros conceituais em relação aos experimentos. No encontro oferecido não foi possível transpor todos os erros conceituais que os participantes levantaram, dada a fragilidade na formação inicial e continuada dos mesmos para o domínio dos conteúdos e conceitos relacionados às ciências naturais.

Contudo, considera-se que a atividade proporcionou o contato com conceitos científicos, conhecimentos sobre Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais contribuindo para as reflexões destes profissionais.

No entanto, diagnosticar mudanças no seu trabalho pedagógico destes professores a partir da formação oferecida é algo que necessita de mais estudo e investigação sobre suas práticas.

Não foi possível prosseguir com esta investigação e verificar se houve superação destes obstáculos conceituais pelos profissionais participantes. Ainda assim, as reflexões levantadas nesta atividade revelaram a necessidade de capacitar os profissionais que atuam neste segmento.

Como consequência desta atividade, que diagnosticou as dificuldades e obstáculos destes profissionais para atuarem como formadores na área de ciências naturais nos anos iniciais, a oficina resultou em um convite para estender a formação aos professores atuantes neste segmento de ensino.

Esta formação continuada será oferecida em um curso com 40 horas/aulas, destinado aos professores atuantes nos anos iniciais e será iniciada no segundo semestre de 2016. O curso já está em fase de planejamento e contará com a parceria entre a secretaria municipal de ensino e profissionais da área de ensino de ciências, de modo a capacitar e instrumentalizar esses educadores para seu trabalho em sala de aula.

Neste sentido, a reflexão levantada diante da experiência realizada junto aos professores da Educação Básica, reafirmaram que a ocorrência da Alfabetização Científica precisa de mais estudos e mudanças nos currículos de ensino e também de formação de professores.

Assim, para que se possa construir uma sociedade capaz de posicionar-se reflexiva e criticamente diante do desenvolvimento científico e tecnológico torna-se necessária formar e capacitar educadores de forma inicial e continuada, buscando subsidiar suas práticas pedagógicas.

BIBLIOGRAFIA

Aguiar, J. G.; Correia, P. R. M.(2013) Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(n. 2)141–157. Último acesso em 28 de dezembro de 2015, desde <http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/548>

Ausubel, D. P. (2003) *Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva*. Lisboa, PT: Plátano Edições Técnicas.

Brasil. S.E.F.(1997) *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências naturais*. Brasília: MEC/SEF.

Cachapuz, A.; Gil-Pérez, D.; Pessoa, A. M.; Praia, J.; Vilches, A.(2005) *A necessária renovação do ensino das Ciências*. São Paulo , SP: Cortez.

Chassot, A.(2003) Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, 23(22),89-100. Último Acesso em 18 de dezembro de 2015, desde <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>

Delizoicov, D.; Angotti, J. A.; Pernambuco, M. M.(2009) *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo, SP: Cortez.

lorenzetti, L.(2000) Alfabetização científica no contexto das séries iniciais: *Dissertação de Mestrado em Educação*. Universidade Federal de Santa Catarina-Brasil.

Lorenzetti, L.; Delizoicov, D.(2001) Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(1). Último acesso em 8 de janeiro de 2016, desde http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v3_n1/leonir.PDF

Novak, J. D; Gowin D. B.(1984) *Aprender a aprender*. Lisboa, PT: Plátano Edições Técnicas.

Novak, Joseph D. (2010) Learning, Creating and Using Knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 6(3), 21-30. Último acesso em 30 de abril de 2015, desde http://services.economia.unitn.it/ojs/index.php/JeKS_EN/article/viewFile/441/433&a=b&i&pagenumber=1&w=100

Rosa, C.W.; Perez, C. A.S.; Drum, C.(2007) Ensino de física nas séries iniciais: concepções da prática docente. *Investigações em Ensino de Ciências*, 12(3), 357-368.

Desarrollo de concepciones y competencia didáctica sobre la naturaleza de ciencia y tecnología en profesores en formación

Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M. A.

Centro de Estudios de Posgrado, Universidad de las Islas Baleares

angel.vazquez@uib.es

RESUMEN

Esta comunicación evalúa la formación del profesorado de ciencias en un tema innovador sobre naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT), que es clave para la alfabetización científica de todos. Se aplica un modelo formativo que sigue las líneas sugeridas en la investigación didáctica en cuanto al carácter explícito y reflexivo de la formación. Un grupo de diecinueve estudiantes enrolados en el máster de formación inicial de profesores de secundaria desarrollan el conocimiento didáctico del contenido acerca de un tema específico de NdCyT (investigaciones científicas) mediante actividades propias de esos estudios. Los efectos de la formación se evalúan con una metodología cuasi-experimental mediante un diseño longitudinal pre- post-test que aplica un instrumento de evaluación estandarizado. Los resultados presentan los temas específicos donde los profesores cambian o mantienen sus concepciones previas. Finalmente, se hace un balance de las mejoras de formación logradas para el profesorado de ciencias.

Palabras clave

Formación del profesorado; naturaleza de ciencia y tecnología; evaluación; alfabetización en ciencia y tecnología; competencia didáctica.

Proyecto de Investigación EDU2010-16553 financiado por una ayuda del Plan Nacional de I+D+i del Ministerio de Ciencia e Innovación (España).

INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN

En sentido amplio, la naturaleza de la ciencia en la educación científica representa los contenidos interdisciplinares de filosofía, historia y sociología de la ciencia del currículo de ciencias, es decir, un conjunto de meta-conocimientos acerca de qué es y cómo funciona la ciencia en el mundo actual, desarrollados desde diversas perspectivas (historia, filosofía, sociología, psicología, economía, política, ética de la ciencia y tecnología... y otras). El asunto central es la construcción y validación del conocimiento, que incluye cuestiones epistemológicas (los principios filosóficos y cognitivos que fundamentan la validación del conocimiento), pero también cuestiones no menos importantes acerca de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad (CTS), que engloban la comunidad e instituciones científicas (sociología interna de la ciencia), la interacción ciencia-tecnología o la propuesta de la tecnociencia, y la sociología externa de CyT o influencias mutuas entre sociedad y sistema científico-tecnológico (Bennássar, García-Carmona, Vázquez y Manassero, 2010).

Desde el punto de vista educativo, cabe destacar que el lema de la alfabetización científica (o cultura científica) de todos los ciudadanos tiene dos componentes básicos: la comprensión “de” la ciencia (los tradicionales conocimientos sobre hechos, conceptos,

principios y procesos de la ciencia), y la comprensión “acerca” de la ciencia o ideas sobre ciencia (conocer cómo opera la ciencia hoy para validar sus conocimientos). Este segundo componente se denomina usualmente naturaleza de la ciencia en la literatura anglosajona (Hodson, 2009; Millar, 2006). En el ámbito educativo, el concepto de tecnociencia permite, por analogía, extender de una manera natural el concepto de naturaleza de la ciencia a la denominación integral de naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT), que se usa en adelante para describir con mayor precisión las interacciones CTS en el mundo actual (Tala, 2009).

En los últimos años, la investigación empírica muestra reiterada y consistentemente que el mayor obstáculo para la enseñanza sobre naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT) es la comprensión inadecuada de los temas de NdCyT por el profesorado. Los estudios muestran que una mayoría del profesorado tiene creencias tradicionales, positivistas e idealistas, que han sido confirmadas en diversos países y con diferentes instrumentos y metodologías (Bennássar, Vázquez, Manassero y García-Carmona, 2010; García-Carmona, Vázquez y Manassero, 2011).

Como no se puede enseñar aquello que no se domina, lograr conocimiento y comprensión de NdCyT por los profesores constituye una condición necesaria (aunque no suficiente) para la enseñanza en el aula. La investigación sobre la formación de profesores es importante para mejorar las concepciones NdCyT y para la consecuente mejora general de la enseñanza de la ciencia (Mellado, 1998; Tsai, 2007).

En este marco, la investigación didáctica para mejorar la enseñanza acerca de NdCyT se ha centrado en los últimos años sobre la eficacia en el aula. La revisión de Deng y sus colegas (2011) demuestra que el 88% de estudios con enfoques explícitos alcanzaron mejoras de la comprensión de la NdCyT estadísticamente significativas o reconocibles, por sólo el 47% de los implícitos. Además, tres estudios que compararon enfoques implícitos y explícitos probaron en los tres cambios favorables cuando se utiliza el enfoque explícito, mientras que no observaron cambios en el caso de los implícitos. Asimismo, confirman que todos los estudios que usan estrategias basadas en argumentación, reflexión o debates lograron mejoras, pero los estudios que carecen de una actividad reflexiva no producen cambios.

Una amplia literatura concluye que una enseñanza efectiva de la NdCyT requiere dos condiciones clave (Abd-El-Khalick y Akerson, 2009; Acevedo, 2009; Deng, Chen, Tsai, y Chai, 2011; Lederman, 2008):

- i) el carácter explícito de la enseñanza y
- ii) la realización de actividades reflexivas sobre NdCyT.

El primero (explícito) se refiere al tratamiento intencional de los temas y contenidos de NdCyT, lo cual implica planificarlos educativamente en todos sus extremos (objetivos, contenidos, actividades, metodología, evaluación) y aplicarlos en clase explícitamente, es decir, no indirecta o vicariamente. El segundo (reflexión) se refiere a que los estudiantes deben desarrollar en clase actividades meta-cognitivas de reflexión sobre NdCyT como por ejemplo, actividades de exploración, análisis, discusión, debate, conclusión, argumentación, etc.

La mayoría de las investigaciones sobre formación del profesorado se han realizado en contextos anglosajones y con profesores de ciencias en formación inicial. Las investigaciones en contextos educativos no anglosajones, y específicamente hispanos son más escasas (p.e. Guisasola y Morentin, 2007). Este estudio afronta este campo abierto de investigación con la aplicación de un modelo de formación de profesores de ciencias

usando materiales didácticos de una investigación más amplia (Vázquez, Manassero y Bennàssar, 2014), que aporta pautas e instrumentos para diseñar una formación integral del profesorado de ciencias en temas de NdCyT.

METODOLOGÍA

Procedimiento

El modelo de formación de profesores de ciencias sobre temas de NdCyT se desarrolla como una intervención de diseño longitudinal, que aplica un pre-test o evaluación inicial, el tratamiento como intervención de enseñanza (actividades de reflexión y análisis sobre el desarrollo y la planificación de una secuencia de aprendizaje NdCyT sobre las investigaciones científicas y empleando la infografía de la universidad de Berkeley del programa “understanding science” junto con reflexiones individuales de los profesores sobre sus respuestas de evaluación y los contenidos de su secuencia) y la segunda evaluación (post-test) para evaluar los cambios producidos y atribuibles a la intervención didáctica.

Los participantes en esta experiencia son profesores en formación, ciegos respecto al diseño experimental del estudio, pues las tareas que cumplimentan son actividades usuales que contribuyen a desarrollar las competencias generales del máster de formación del profesorado. Los participantes no habían recibido formación especial en filosofía, historia, o sociología de la ciencia, de modo que los efectos observados sean atribuibles al tratamiento aplicado.

Instrumento

El instrumento de evaluación está formado por diez cuestiones cada una de las cuales plantean un escenario sobre distintos aspectos de las investigaciones científicas (tabla 1). Las cuestiones solicitan de los estudiantes múltiples respuestas sobre distintas frases que realizan afirmaciones en relación con el escenario. Las respuestas de los profesores son de acuerdo o desacuerdo sobre una escala Likert de nueve puntos (1 – 9) para cada frase contenida en el escenario.

Los aspectos tratados en las diez cuestiones y el texto del escenario planteado en el pie de las cuestiones son los siguientes:

- Ciencia como Proceso: El proceso de hacer ciencia se describe mejor como ... (10113)
- Características de Científicos: El mejor científico es siempre de mentalidad abierta, imparcial y objetivo en su trabajo. Estas características personales son necesarias para hacer mejor ciencia. (60211)
- Controversias y cierre por hechos: Cuando se propone una nueva teoría científica, los científicos deben decidir si la aceptan o no. Su decisión se basa objetivamente en los hechos que apoyan la teoría; no está influida por sus sentimientos subjetivos o por motivaciones personales. (70221)
- Universalidad de ciencia y personalidad de científicos: Con los mismos conocimientos básicos, dos científicos pueden desarrollar la misma teoría independientemente uno de otro. El carácter del científico NO influye en el contenido de una teoría. (70611)
- Universalidad de ciencia y científicos brillantes: Algunos científicos brillantes como Einstein tienen una manera personal y peculiar de ver las cosas. Estos puntos de vista creativos determinan cómo interpretan las cosas otros científicos en el mismo campo. (70621)

- Observaciones y carga teórica: Las observaciones científicas hechas por científicos competentes serán distintas si éstos creen en diferentes teorías. (90111)
- Provisionalidad: Aunque las investigaciones científicas se hagan correctamente, el conocimiento que los científicos descubren con esas investigaciones puede cambiar en el futuro. (90411)
- Método científico: Cuando los científicos investigan, se dice que siguen el método científico. El método científico es:... (90611)
- Investigaciones científicas y utilidad: Los mejores científicos son los que siguen las etapas del método científico. (90621)
- Investigaciones científicas acumulativas: Los descubrimientos científicos ocurren como resultado de una serie de investigaciones, cada una se apoya en la anterior, y conduce lógicamente a la siguiente, hasta que se hace el descubrimiento. (90631)

Cada puntuación directa del grado de acuerdo con una frase se transforma en un índice de frase, homogéneo (mismo cálculo), invariante (mismo significado) y normalizado en el mismo intervalo [-1, 1], a través de un procedimiento de escalamiento que toma en cuenta la categoría de la frase (adecuada, plausible, ingenua) previamente asignada por un panel de jueces expertos (cuyos detalles se han presentado en estudios previos p.e. Vázquez, Manassero y Acevedo, 2006). Cuanto mayor (menor) es el índice, mejor (peor) es la concepción representada según la visión actual de la historia, la filosofía y la sociología de CyT. Por lo tanto, cuanto más positivo y más cerca del valor máximo (1) es un índice, la concepción del encuestado es más informada (más cercana a los puntos de vista actuales sobre NdCyT), mientras que cuanto más negativo y más cercano al valor mínimo (-1) es un índice, la concepción representada del encuestado es más desinformada, es decir, más alejada de los actuales puntos de vista sobre NdCyT (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001).

Participantes

Diecinueve estudiantes (diez mujeres) enrolados en el master universitario de formación del profesorado de secundaria (2015-2016) son los participantes en esta experiencia; todos ellos son graduados superiores en ciencias físicas (5), químicas (9) y ambientales y salud (5), con edades comprendidas entre 24 y 33 años y fueron ciegos al diseño experimental, ya que sus actividades son las habituales de formación en el master.

RESULTADOS

En esta comunicación se presentan los resultados cuantitativos sobre las concepciones de los profesores acerca de la NdCyT y las comparaciones entre la evaluación inicial y final de las respuestas de cada profesor, medidas por el tamaño de las diferencias entre los índices medios (final menos inicial) a las diez cuestiones de evaluación. En la presentación oral se expondrán con más detalle y amplitud.

El conjunto de diecinueve profesores que responden diez cuestiones produce 190 indicadores en cada proceso de evaluación inicial y final y 190 diferencias post-pre test que miden el cambio de las concepciones. El promedio global de los 190 cambios (diferencia entre la puntuación final y la inicial) es positivo (+0.034), aunque aparentemente pequeño en magnitud (el rango de las variables se sitúa entre -1 y +1) indica una tendencia de mejora de las concepciones sobre NdCyT.

Los perfiles globales de los cambios medios del grupo de profesores muestra la singularidad del cambio conceptual para cada cuestión administrada como reactivo de

evaluación (figura 1). Seis cuestiones presentan un cambio positivo y las otras cuatro cuestiones presentan un cambio negativo. Sin embargo, sólo una cuestión con cambio negativo (70221) presenta un valor relevante del cambio ($d < -.05$), mientras cinco cuestiones (10113, 70611, 90611, 90621 y 90631) con cambio positivo presentan valores relevantes del cambio ($d > .05$). Globalmente, pues, los cambios positivos o de mejora en las concepciones de los profesores afectan a un mayor número de cuestiones y tienen valores medios mayores que los cambios negativos.

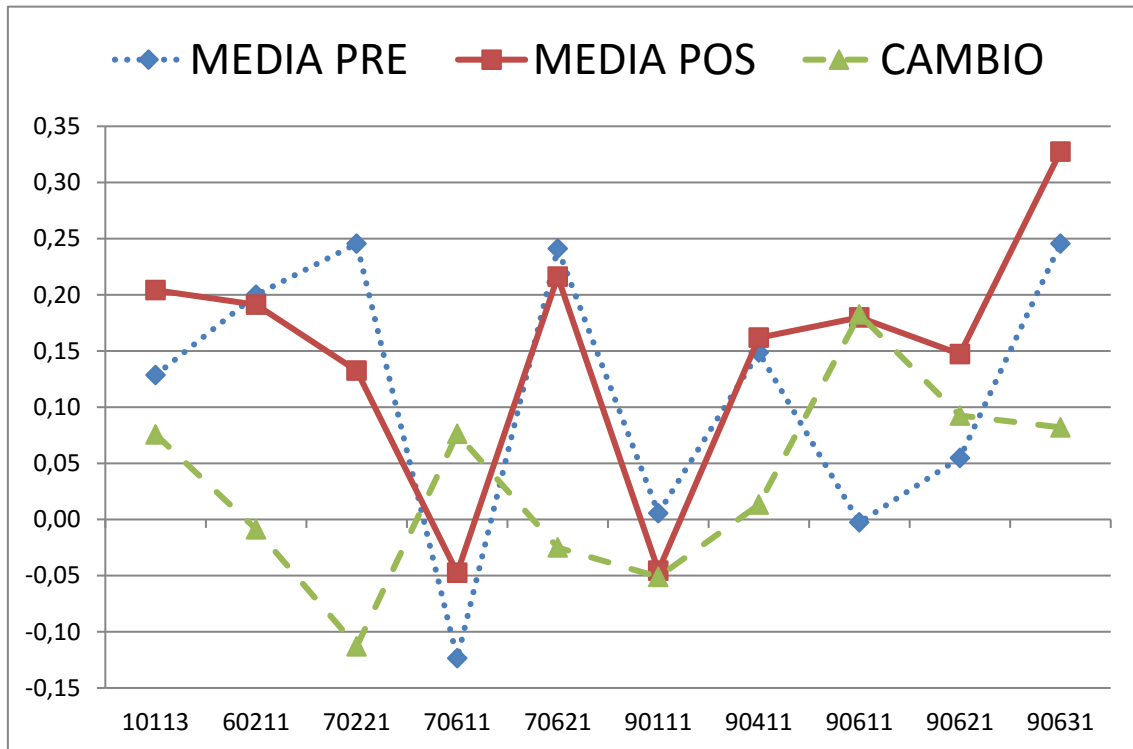


Figura 1. Perfil inicial, perfil final y diferencias de cambio (final menos inicial) sobre los índices medios del conjunto de profesores para las diez cuestiones de evaluación aplicadas.

Los perfiles de cambio individual son muy heterogéneos y personalizados para cada profesor (figura 2). La figura 2 aparece muy apretada y compleja, pero su objetivo no es mostrar los detalles del cambio conceptual del profesorado (que también se pueden apreciar) sino la gran variabilidad y personalización de este cambio conceptual.

Por un lado, los cambios en las cuestiones son también muy heterogéneos: las concepciones medias de los profesores sobre cada cuestión se distribuyen con una dispersión amplia y muy variable en cada cuestión. Cada punto situado en la misma línea vertical (mismo tema) representa el cambio producido en ese tema para cada profesor y la amplitud de su distribución determina la variabilidad del cambio conceptual; la variabilidad mínima corresponde a la cuestión 90411 (Provisionalidad; $-.10 < d < +.40$) y la variabilidad máxima a la cuestión 90111 (Observaciones y carga teórica; $-.80 < d < +.80$).

Por otro lado, los profesores que logran las mayores mejoras tienen algunos aspectos que empeoran, y viceversa, profesores que no mejoran globalmente logran también buenas mejoras en algunas cuestiones.

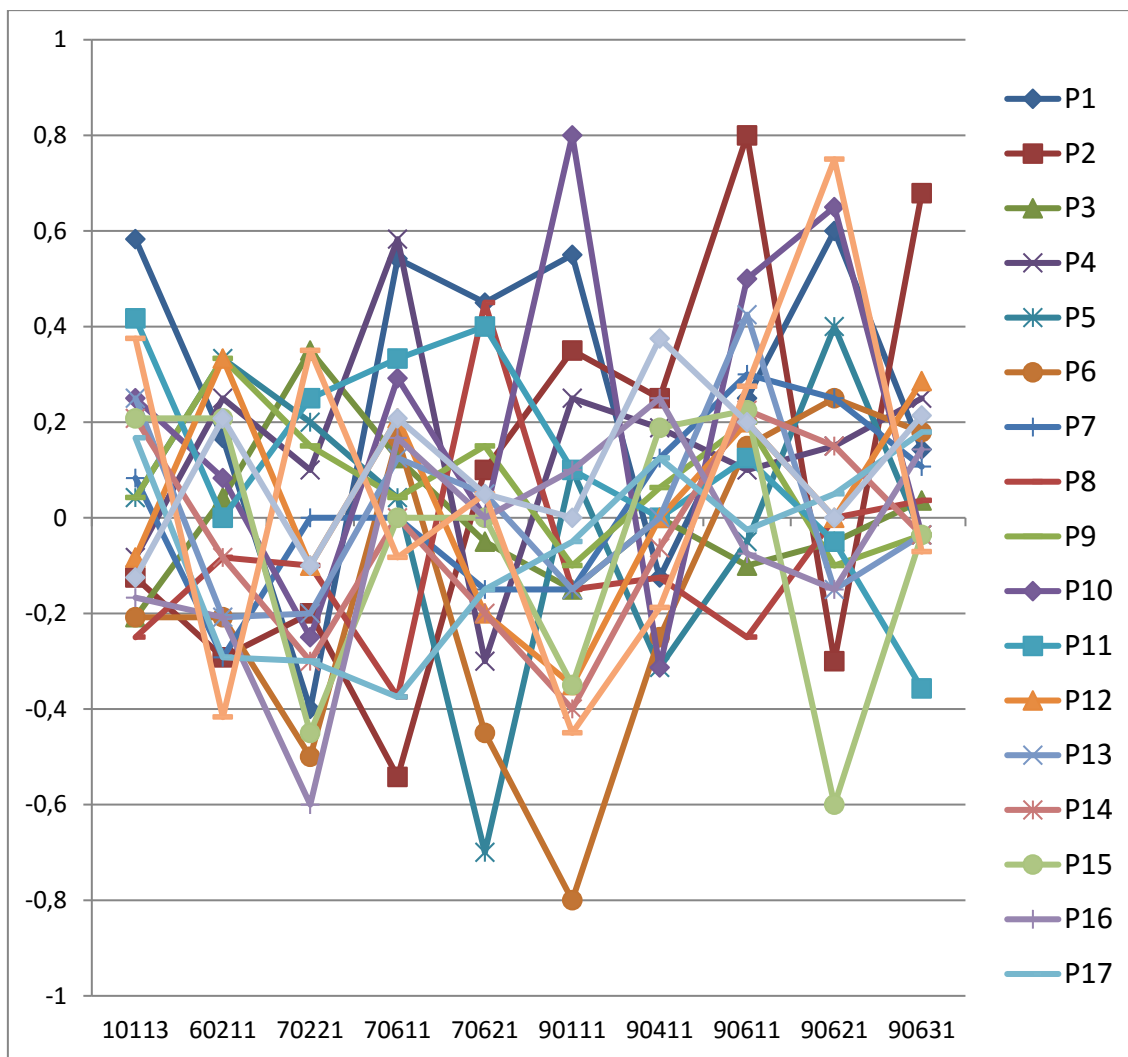


Figura 2. Perfiles individuales del cambio conceptual de cada profesor (diferencias entre los índices medios final menos inicial) para las diez cuestiones de evaluación aplicadas; los apretados perfiles permiten visualizar globalmente y en detalle la diversidad de los cambios conceptuales en los profesores acerca de los temas de NdCyT.

A pesar de esta heterogeneidad entre los profesores y entre las cuestiones de evaluación, se pueden identificar algunos profesores y cuestiones cuyos cambios son muy positivos, es decir, experimentan una mejora relevante. Pero también se pueden identificar algunos profesores cuyas concepciones mejoran más modestamente y algunas cuestiones donde la mejora es baja.

El número de profesores que mejoran globalmente son mayoría: doce profesores logran un cambio global medio positivo en sus concepciones frente a siete profesores cuyo cambio global medio es negativo. Como en el caso de las cuestiones, la cuantificación de las mejoras logradas por los profesores con cambios positivos es muy superior a la cuantificación de los empeoramientos logrados por los profesores con cambios negativos. Así, sólo un profesor logra un empeoramiento relevante ($d < -.10$) mientras cinco profesores lograron mejoras relevantes ($d > +.10$), y uno de ellos destaca por la magnitud de la mejora global media de sus concepciones ($d = +0.276$).

En la presentación se comentarán y ampliarán con mayor detalle los resultados contenidos en las dos figuras precedentes y los resultados expuestos en el último párrafo sobre el proceso de mejora de las concepciones del profesorado sobre NdCyT.

CONCLUSIONES

Los resultados empíricos globales sobre la mejora en la comprensión de NdCyT indican que de los 190 indicadores de evaluación para los diecinueve profesores y las diez cuestiones muestran que una mayoría de este conjunto de indicadores total de la evaluación (108, 57%) son positivos (mejoran) y el promedio global de todos ellos es también positivo (+ .034).

El número de cuestiones que mejoran globalmente son también mayoría: seis cuestiones con cambio positivo frente a cuatro con cambio negativo. Además, la cuantificación del cambio de mejora es muy superior en las seis cuestiones con un cambio positivo respecto a las cuestiones con cambio negativo.

También son mayoría los profesores que logran un cambio global positivo de mejora global en sus concepciones (doce profesores frente a siete profesores cuyo cambio global es negativo). También en este caso, la cuantificación de las mejoras es muy superior a la cuantificación de los empeoramientos. Así, sólo un profesor logra un empeoramiento relevante frente a cinco profesores que logran mejoras relevantes, uno de los cuales destaca por la magnitud superior de la mejora de sus concepciones ($d = + 0.276$)

Estos resultados apuntan una tendencia positiva clara, aunque modesta, en el proceso de validación empírica del modelo de formación del profesorado explícito y reflexivo, basado en el desarrollo de la competencia didáctica y el conocimiento didáctico del contenido en temas de NdCyT, a través de actividades didácticas habituales en estos estudios, que se discutirán con mayor detalle en la presentación.

REFERENCIAS

- Abd-el-Khalick, F. y Akerson, V. (2009). The influence of metacognitive training on preservice elementary teachers' conceptions of nature of science. *International Journal of Science Education*, 31, 2161-2184.
- Acevedo, J. A. (2009). Enfoques Explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 355-386. Consultado en <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>.
- Bennássar, A., Vázquez, A., Manassero M. A., y García-Carmona, A. (Coor.). (2010). *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. Madrid: OEI. Consultado en www.oei.es/salaNdCyTi/DOCUMENTO5vf.pdf
- Deng, F., Chen, D.-T., Tsai, C-C, & Chai, C.-S. (2011). Students' Views of the Nature of Science: A Critical Review of Research. *Science Education*, 95, 961-999.
- García-Carmona, A., Vázquez, A., y Manassero, M. A. (2011). Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), 403-412.
- Guisasola, J. y Morentin, M. (2007). ¿Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de Educación Primaria? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 246-262.

- Hodson, D. (2009). *Teaching and learning about science: Language, theories, methods, history, traditions and value*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Lederman, N. G. (2008). Nature of science: past, present, and future. In S. K. Abell, y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831-879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Manassero, M. A., Vázquez, A., y Acevedo, J. A. (2001). *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura.
- Mellado, V. (1998). Preservice teachers' classroom practices and their conceptions of the nature of science. En B.J. Fraser, y K.G. Tobin, (eds.), *International Handbook of Science Education*, pp. 1093-1110, Londres: Kluwer Academic Publishers.
- Millar, R. (2006). Twenty First Century Science: insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.
- Tala, S. (2009). Unified View of Science and Technology for Education: Technoscience and Technoscience Education. *Science & Education*, 18, 275-298.
- Tsai, C-C. (2007). Teachers' scientific epistemological views: the coherence with instruction and students' views. *Science Education*, 91(2), 222-243.
- Vázquez, A., Manassero, M. A. y Acevedo, J. A. (2006). An Analysis of Complex Multiple-Choice Science-Technology-Society Items: Methodological Development and Preliminary Results. *Science Education*, 90(4), 681-706.
- Vázquez, Á.; Manassero, M.A. y Bennàsar, A. (Comp.) (2014). *Secuencias de Enseñanza Aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología. Unidades Didácticas del proyecto EANCYT*. Palma de Mallorca: Autor (CD).

Mejora de la docencia universitaria mediante el análisis de la grabación de clases teóricas y prácticas

Víctor, M. D., (1) Airado, D. (2)

(1) *Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Granada. mdvictor@ugr.es*

(2) *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Extremadura.*

RESUMEN

En este trabajo se ha hecho uso de grabaciones de clases teóricas y prácticas, tanto de profesorado novel como de experto, con objeto de valorar y mejorar la calidad docente de dicho profesorado. Este tipo de actuaciones se engloban dentro de los llamados procesos de mentorización de profesorado universitario. El objetivo principal de estas experiencias fue utilizar las grabaciones como elemento eficaz de mejora en el aspecto expositivo de las clases. Se llevaron a cabo varias grabaciones de las clases impartidas por cada uno de los profesores implicados. Para llevar a cabo un análisis óptimo de las grabaciones, se ha utilizado un cuestionario para los participantes, dividido en diferentes bloques de aspectos a valorar, que permite llegar a unas conclusiones y detectar posibles puntos de mejora. El cuestionario tiene una parte de ayuda al autoanálisis y otra de ayuda al análisis en grupo.

Palabras clave

Profesor novel; Supervisión clínica, Calidad docente; Ciclos de mejora

INTRODUCCIÓN

La presente actividad se encuadra dentro de una experiencia de mentorización de dos profesores noveles, por parte de una profesora experta. En proyectos de mentorización, profesores expertos o asesores orientan y supervisan, de forma voluntaria y colaborativa, el proceso de iniciación a la docencia del profesorado principiante, suponiendo de esta manera una herramienta muy útil para favorecer el enriquecimiento mutuo y el desarrollo profesional en el marco del espacio europeo de educación superior (Moreno, Bajo, Moya, Maldonado & Tudela, 2007). Se trata, por tanto, de una actividad de supervisión clínica que consta tanto de la grabación de la actuación docente de los profesores noveles, como de la profesora experta, para el posterior visionado tanto individual como en grupo profesora experta-noveles.

Un ciclo de mejora de la docencia consta de cuatro etapas bien delimitadas e interrelacionadas entre sí: una primera etapa de planificación, seguida de una actuación, análisis de los resultados y mejora de los puntos débiles de cada profesor (Figura 1).

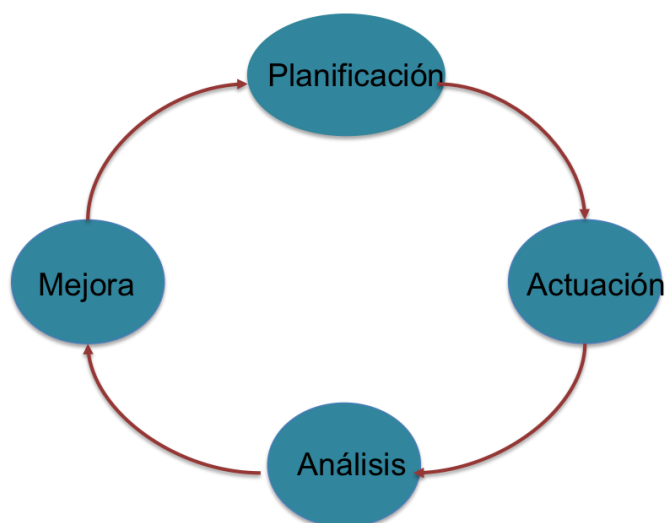


Figura 1. Etapas del ciclo de grabaciones para la mejora de la docencia

Intervenciones similares se encuentran recogidas en la bibliografía. Frederiksen, Sipusic, Sherin y Wolfe (1998) llegan a la conclusión de que la filmación y posterior análisis de una clase filmada es un método de alta eficacia para la mejora de la docencia, especialmente cuando se trata de profesorado novel y poco experto. Por otra parte, en un artículo recientemente publicado por Baecher, Kung, Jewkes y Rosalia (2013) se propone la utilización de rúbricas para llevar a cabo el análisis de grabaciones. Estos autores llegan a la conclusión de que este tipo de actuación supone una excelente oportunidad para acercar a los nuevos docentes a la evaluación de su actuación docente, así como de reflexionar y discutir sobre su práctica docente. Hermida (2013) diseña un estudio mediante el cual analiza las aportaciones de la autoobservación como herramienta para la formación del profesorado, de cara a promover la práctica reflexiva y la autonomía de los futuros docentes, concluyendo que la práctica de autoobservación puede contribuir a mejorar el proceso de formación de profesores noveles. Por otra parte, en bibliografía se encuentran también recogidas múltiples experiencias de mentorización en general (Viseras Alarcón, García Fernández, Guadix Escobar & Ruiz Padillo, 2010; Bernier, Castillo, Arenas & Rojas, 2012).

METODOLOGÍA

Los participantes en este estudio eran dos profesores noveles, uno de ellos del Departamento de Química Analítica y el otro del Departamento de Ingeniería Química y una profesora experta del Departamento de Química Física, todos ellos pertenecientes a la Universidad de Granada.

Las grabaciones realizadas fueron llevadas a cabo en clases teóricas para la profesora experta y uno de los noveles y en clases prácticas para el otro profesor novel.

Se realizó una primera tanda de grabaciones tanto a los dos profesores noveles como a la profesora experta. De manera individual, cada uno de los profesores realizó el visionado de sus videos, por un lado, los de sus compañeros, por otro. Concretamente, se realizaron dos visionados de los videos, en primer lugar sin sonido y posteriormente con sonido. El visionado sin sonido ayudó a llevar a cabo la valoración de los aspectos relacionados con comunicación no verbal, tales como la postura corporal, los movimientos, el contacto visual, etc. A continuación, el visionado con volumen permitió valorar otros aspectos como son la emisión de la voz, cadencia de la misma y coherencia entre palabras y gestos,

estructura y firmeza en el discurso, claridad del mensaje y solidez de los razonamientos (Viseras Alarcón et al., 2010).

El siguiente paso fue llevar a cabo una reunión concertada entre los tres profesores, con el objeto de analizar los aspectos más importantes relacionados con la docencia impartida por cada profesor, haciendo especial hincapié en los puntos a mejorar para cada uno de ellos.

Seguidamente, se programó la segunda ronda de grabaciones, la cual se llevó a cabo semanas después de la primera con objeto de que cada uno de los profesores tuviera suficiente tiempo para reforzar y tomar conciencia de los aspectos a mejorar acordados en la primera reunión. El segundo visionado de los videos y la segunda reunión de puesta en común, se llevaron a cabo haciendo especial incidencia en los aspectos que se debían mejorar acordados en la primera reunión.

Para el análisis de los videos, se disponía de un cuestionario en el que se valoraban aspectos relacionados con la comunicación verbal y no verbal, las relaciones interpersonales y la metodología empleada (Figura 2). Para cada uno de los aspectos, el profesor observador puntuaba al observado de 1 a 5 (siendo 1 la puntuación más baja y 5 la más alta), lo que permitió cuantificar el grado con el que éste se acercaba a la consecución de los objetivos. A parte de esto, al final había que rellenar un corolario con los aspectos que más destacábamos, uno positivo y otro no tanto, de cada sesión visualizada, apoyándonos para ello en la concepción adquirida durante la asistencia “in vivo” a dicha sesión.

ASPECTOS	VALORACIÓN (1-5) *	OBSERVACIONES
COMUNICACIÓN NO VERBAL		
Gesticula moderadamente favoreciendo la atención.		
Sus gestos y expresiones faciales comunican entusiasmo.		
Sus gestos y expresiones faciales favorecen la participación.		
Mientras habla mira directamente a los ojos y a personas diferentes.		
Hace gestos de aprobación y/o asentimiento cuando un/a alumno/a pregunta o responde algo.		
Es dinámico/a y se desplaza por el aula.		
Su postura corporal es adecuada.		
No realiza movimientos repetitivos (tipo "balanceo" y/o "tics").		
COMUNICACIÓN VERBAL		
Su volumen de voz es adecuado.		
El tono de voz empleado es agradable (lo opuesto sería marcar distancia).		
Presenta inflexiones en su voz y las utiliza adecuadamente.		

Expresa entusiasmo cuando habla.		
En su exposición demuestra ser correcto/a y educado/a.		
Riqueza de vocabulario y uso adecuado del mismo.		
La dicción y el uso de pausas y cortes son correctos.		
Prácticamente no utiliza muletillas.		
Existe concordancia entre la comunicación no verbal y verbal.		
RELACIONES INTERPERSONALES		
Resulta auténtico/a y natural.		
Demuestra confianza y seguridad.		
Mantiene el control de la clase en todo momento.		
Utiliza el sentido del humor de forma adecuada.		
Atiende a todo el alumnado.		
Su trato es correcto y respetuoso.		
Muestra paciencia y capacidad de escuchar.		
Motiva a la participación activa.		
Motiva al alumnado a desarrollar un autoconcepto positivo.		
Resuelve comportamientos problemáticos.		
Reprende de forma justa y objetiva.		
METODOLOGÍA		
Los objetivos se establecieron en el momento oportuno.		
Los objetivos se plantearon de forma clara y precisa.		
Inicia el tema con una contextualización previa.		
Utiliza distintas técnicas de enseñanza para motivar.		
Empieza y acaba en el tiempo asignado.		
Organiza el tiempo, el material y los recursos para una enseñanza efectiva.		
Proporciona una enseñanza atractiva y ordenada.		
Puntualiza adecuadamente los conceptos importantes.		
Aprovecha las oportunidades para improvisar adecuadamente.		
Hace uso de un adecuado número de ejemplos, adaptados al tema y expuestos de forma clara y precisa en el momento oportuno.		
Utiliza la pizarra y otros medios (presentaciones, videos, transparencias,...) en calidad y cantidad adecuadas para hacer la presentación atractiva y correcta.		
Proporciona retroalimentación.		
Demuestra interés en la resolución de dudas.		
Demuestra comprensión hacia las ideas de los demás.		
Plantea preguntas que motivan el pensamiento crítico.		
Considera la respuesta de los/as alumnos/as.		
Refuerza positivamente a los/as alumnos/as en sus respuestas.		
El ritmo de la exposición es adecuado. Se adapta a las dificultades del tema y/o posibilidades del auditorio.		

Figura 2. Cuestionario empleado para evaluar la actuación de cada profesor

RESULTADOS

A lo largo de todo el ciclo de mejora, es un hecho que se dota a los profesores noveles de una serie de competencias muy útiles para el desarrollo de la profesión docente, tales como habilidades de la comunicación, mejora de la expresión oral y corporal y adquisición de estrategias para la resolución de conflictos.

Con respecto a las puntuaciones numéricas recogidas en los test de observación, comentar que en líneas generales existe buena concordancia entre las puntuaciones numéricas otorgadas por los profesores participantes en el estudio. Con respecto a las valoraciones de autoobservación de los noveles, en comparación con sus valoraciones recíprocas,

merece la pena destacar que al analizar el valor medio de todo el conjunto de valoraciones de autoobservación y observación recíproca, se observa cómo las primeras se sitúan por debajo de las segundas. Se observa igualmente un aumento en los valores medios del análisis para el segundo ciclo, tanto en autoobservación como observación recíproca, manteniéndose de nuevo la tendencia a la baja de los valores de la autoobservación. De estos resultados puede inferirse, en primer lugar, que los profesores noveles son más severos en su valoración propia que en la valoración de otro semejante y, en segundo lugar, que se demuestra la eficacia de la estrategia del doble ciclo de mejora, lo cual se refleja en el aumento de la valoración numérica.

Por otra parte, el visionado conjunto de los video favoreció la detección de aspectos que debían ser mejorados, de los cuales ninguno de los tres profesores eran conscientes hasta después de ver las grabaciones. Dichos aspectos se englobaban en el ámbito tanto de la comunicación verbal como no verbal. A continuación, se citan algunos ejemplos:

- Velocidad excesiva durante ciertos momentos de la exposición
- Expresiones faciales exageradas que no invitaban a la participación de los alumnos
- Dirección de la mirada por parte del profesor mayoritariamente hacia un lado de la clase
- Disminución del volumen de voz al final de algunas frases
- Hecho de no borrar la pizarra de la anterior clase, favoreciendo la distracción de los alumnos

Durante el segundo ciclo de mejora se comprobó cómo los puntos débiles identificados para cada profesor en el primer ciclo, fueron prácticamente erradicados.

Igualmente, el profesorado novel señala que su capacidad para tomar iniciativas en su formación y desarrollo docente se ha visto incrementada gracias a su participación en el proyecto, dado que, una vez que son conscientes de los aspectos que han de mejorar, saben qué alternativas y actividades formativas han de buscar.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio demuestran la aplicabilidad de la supervisión clínica para la mejora de la práctica docente, especialmente de profesores noveles, bajo la supervisión y asesoramiento de un profesor mentor. Por su parte, los profesores noveles valoraron muy positivamente la posibilidad de compartir con un docente experimentado y cualificado dudas e inseguridades típicas de la labor docente, sobre todo en los primeros años. En opinión del profesor mentor, la tarea también fue especialmente enriquecedora.

BIBLIOGRAFÍA

- Baecher, L., Kung, S.C., Jewkes, A.M. y Rosalia, C. (2013). The role of video for self-evaluation in early field experiences. *Teaching and Teacher Education*, 36, 189-197.
- Bernier J. L., Castillo P.A., Arenas M.G. y Rojas I. (2012). Experiencias de mentorización de profesores noveles de las áreas de informática. *Enseñanza y Aprendizaje de Ingeniería de Computadores*, 2, 39-50.

- Moreno, S., Bajo, M.T., Moya, M., Maldonado, A. y Tudela, P. (2007). *Las competencias en el nuevo paradigma educativo para Europa*. Granada: Vicerrectorado de Planificación, Calidad y Evaluación Docente de la Universidad de Granada.
- Frederiksen J. R., Sipusic M., Sherin M. y Wolfe E. W. (1998). Video portfolio assessment: creating a framework for viewing the functions of teaching. *Educational Assessment*, 5, 225-297.
- Hermida, A. (2013). Las grabaciones de clase como instrumento para facilitar la reflexión y la autonomía docente. *Revista Nebrija de Lingüística Aplicada*, 13, 1-15.
- Viseras Alarcón, E., García Fernández, P., Guadix Escobar, E.M. y Ruiz Padillo, D.P. (2010). *Herramientas para el desarrollo y seguimiento del proceso de mentorización*. Comunicación presentada en las Jornadas Andaluzas de Formación Inicial del Profesorado Universitario. El papel de los Mentores. Universidad de Granada.

Preferencias del profesorado de Educación Primaria en la selección de páginas web para el área de Ciencias Naturales

Zambrana, M. C.,¹ Caballero, M.,² Magaña, M.²

¹Área Educación, Centro Universitario Villanueva/ Universidad Complutense de Madrid.

²Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid.

mzambrana@villanueva.edu

RESUMEN

La competencia digital es un valor transversal que como tal debe desarrollarse desde todos las disciplinas escolares. En el área de Ciencias Naturales el trabajo con herramientas TIC, y en concreto con Internet, puede encontrar un gran aliado a la vez que ser agente potenciador del desarrollo de esta competencia.

De todas las herramientas que proporciona Internet, las páginas web son las más utilizadas por los profesores de Educación Primaria. Ante un recurso tecnológico de reciente incorporación al aula, debemos plantearnos el modo como debe ser introducido.

En esta investigación se ha recogido información sobre el uso que hacen los profesores de páginas web con contenidos de Ciencias Naturales, así como de sus preferencias a la hora de seleccionar material *online* para uso escolar.

De esta información se deduce que las páginas web constituyen una herramienta docente de uso habitual que necesita mayor fundamentación metodológica para obtener mejores beneficios académicos.

Palabras clave

Criterios didácticos, Internet, formación del profesorado, Educación Primaria.

INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES E HIPÓTESIS INICIAL

Son muchos los estudios que se han llevado a cabo internacionalmente para evaluar el uso de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC en adelante) en el ámbito educativo. La incorporación de las tecnologías digitales a las aulas es un hecho indiscutible pero los resultados positivos acerca de la mejora de los aprendizajes siguen sin llegar (Trucano, 2005; Area, Gutiérrez y Vidal, 2012; Rodríguez de las Heras, 2015; Jiménez, 2015). Como señala Grané i Oró (2015) en Educación no es suficiente tener aulas llenas de ordenadores y utilizar los últimos avances tecnológicos. La clave no es la tecnología, sino el cambio metodológico en el que las actividades giran en torno a las necesidades e intereses del alumnado, a la vez que utilizan los códigos, lenguajes y herramientas propios de la cultura del momento (Adell, 2013).

La enseñanza con tecnología está íntimamente relacionada con la perspectiva constructivista del aprendizaje, en la cual el alumno es artífice de su propio conocimiento. Las tecnologías favorecen este aprendizaje porque permiten abrir ventanas a la realidad para su mejor comprensión y aúnan actividad personal y social al permitir al alumnado conectarse con otros centros donde se esté llevando a cabo un proyecto similar. Además desarrollan habilidades y competencias TIC, habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas, capacidades interpersonales y de autodirección e inculcan la necesidad de la formación continuada, capacidad clave para el aprendizaje a lo largo de la vida (Martín, Beltrán y Pérez, 2003, Area, 2007 y Fundación Telefónica, 2012).

Con las TIC, asegura Adell (2013), el alumnado ya no es sujeto pasivo del aprendizaje sino auténtico protagonista de la actividad, pues debe poner en práctica todas sus capacidades cognitivas. El profesorado, lejos de quedar en un segundo plano, es responsable de diseñar las actividades y crear el entorno en el que tiene lugar el aprendizaje, ya que proporciona fuentes de información, enseña a buscar y seleccionar otras y orienta, supervisa y dinamiza los equipos de trabajo, siempre dando el protagonismo de la acción al grupo de estudiantes.

Como todo método de enseñanza, las TIC requieren de un conocimiento previo y profundo para ser dominadas. El profesorado debe ser capaz de utilizarlas y manejarlas tanto desde el punto de vista técnico como pedagógico (Bravo, 2004). Incluir estas tecnologías en la enseñanza requiere una planificación rigurosa de los objetivos que se quieren cumplir y las necesidades que se desean cubrir. De lo contrario se corre el riesgo de tomarlas como un medio de entretenimiento, más que como medio para favorecer el desarrollo intelectual del alumnado (Padilla, 2005). En el mismo sentido afirma Alonso (2000) que el proceso de aprendizaje se debe facilitar por medio de las TIC, pero que éste solo se llevará a cabo con éxito si están integradas didácticamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Dentro de todas las herramientas TIC, Internet es la fuente de información que permite la adquisición de conocimientos y su transformación en saber, si la estrategia pedagógica es la adecuada. Pero también puede suponer un problema de aislamiento físico del alumno respecto del entorno. Cañal, Ballesteros y López (2000) apuestan por el uso de los recursos de Internet cuando permitan al alumnado acceder a la realidad lejana, la que queda fuera de sus posibilidades de exploración y experiencia directa. En estos casos, la información a la que da acceso Internet es más real, atractiva, interactiva y motivadora que la que se puede encontrar en los recursos educativos no interactivos, como los libros de texto, normalmente menos actualizados que los contenidos *online*.

En lo referente a la enseñanza escolar de las Ciencias Experimentales, los recursos de Internet que mejor apoyan el aprendizaje son las páginas web. Es importante destacar que suponen un cambio metodológico por parte de profesores y alumnos que aún hoy no se ha conseguido, desaprovechándose el gran potencial que tienen (Pozuelo y Santiago, 2014).

Se puede afirmar sin lugar a dudas que Internet es una auténtica oportunidad educativa por el conjunto de información que incluye, pero precisamente por ello resulta necesario seleccionarla y adaptarla a los requerimientos del ámbito educativo.

No existe una forma única de selección de páginas web, pero sí unos indicadores que deben ser conocidos y valorados por el profesorado. Los buscadores generalistas utilizan para la selección de recursos web señales como las palabras clave de los sitios web, las fechas de actualización de los contenidos, la región geográfica desde donde se

realiza la búsqueda y el PageRank (Google, 2015 b). Torres (2005) señala distintos aspectos que deben ser tenidos en cuenta a nivel educativo, como los factores estéticos, didácticos y psicopedagógicos. Contrastados estos con las propuestas de indicadores de calidad de recursos educativos de Martínez et al. (2002), Cabero y López (2009) y Wieczorek y Legnani (2010), los resumimos en tres grupos principales que se muestran en la tabla 1.

CRITERIOS TÉCNICOS Y ESTÉTICOS	CRITERIOS DIDÁCTICOS	CRITERIOS PSICOPEDAGÓGICOS
Diseño gráfico	Objetivos	Motivación
Imagen	Contenidos	Interactividad
Sonido	Actividades	Atención
Facilidad de navegación	Ayudas	Creatividad

Tabla 1. Indicadores de calidad de recursos educativos Basada en Torres (2005)

Como se puede observar, se trata de aspectos todos importantes pero difícilmente comparables, lo que nos lleva a reflexionar sobre el grado de importancia relativa de cada uno de ellos en el conjunto de una página web.

Dado que el principal escollo que encuentran los profesores es la escasez de tiempo para seleccionar las páginas más útiles para la tarea que desean realizar, seguido de una necesidad de mayor formación que les permita distinguir los recursos de mayor utilidad dentro de la ingente oferta que proporcionan la red (Matarrita et al., 2012 y Ojeda, 2008), en esta investigación hemos querido conocer las preferencias del profesorado en materia de criterios de calidad con ánimo de aportar algunas ideas para ese necesario cambio metodológico en el uso de las TIC al campo de las Ciencias Naturales.

METODOLOGÍA

Esta investigación consistió en la elaboración de un cuestionario mediante el cual recoger la información sobre el modo como una parte del profesorado de Educación Primaria de la Comunidad de Madrid, seleccionado al azar, hace uso de las herramientas web en su práctica docente. Dicho cuestionario recoge información tanto de la formación en TIC como de la importancia que dan a los criterios técnicos, didácticos y psicopedagógicos y sus respectivos componentes (ver tabla 1).

El cuestionario, que se muestra al completo en el anexo, se estructura en cinco bloques. Esto permite:

- Obtener información sobre el uso y manejo de las TIC.
- Comparar dos a dos cada uno de las variables que intervienen en criterios técnicos, didácticos y psicopedagógicos.
- Comparar dos a dos los criterios técnicos, didácticos y psicopedagógicos.

La primera parte recoge información sobre el uso que hacen los profesores de las TIC en general e Internet en particular. Para ello se formulan preguntas con rango de

respuesta entre 1 (poco de acuerdo) y 6 (muy de acuerdo). Las partes restantes recogen la información sobre preferencias del profesorado. La formulación de los ítems permite comparar dos a dos los criterios y subcriterios que conforman cada página web. Cada afirmación cuestiona la importancia que se asigna a un criterio respecto de otro. La escala de valoración va desde NADA a EXTREMO, de modo que en cada afirmación la calificación NADA supone que es mucho menos importante el elemento primero que el segundo propuesto, y en cambio, EXTREMO supone importancia mucho mayor del primer elemento respecto del segundo.

Dado que los cuestionarios muestran los datos de comparación por pares siguiendo una estructura del tipo “Doy más importancia criterio A con respecto al criterio B” con nueve opciones posibles entre la máxima y la mínima importancia, se optó por valorar linealmente los resultados asignando un valor de +4 a la máxima importancia relativa y un -4 a la mínima importancia entre ambos criterios.

Tras la validación del cuestionario mediante un comité de expertos en Educación y Tecnología Educativa, se procedió a la consulta, cuya muestra debía cumplir con los siguientes criterios de selección:

- Ser o haber sido profesor del área de Ciencias Naturales y/o Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural (tanto en lengua castellana como en inglés en el caso de los colegios bilingües) en la etapa de Educación Primaria.
- Ejercer la profesión en la Comunidad de Madrid.

El estudio se llevó a cabo en la Comunidad de Madrid, en el curso 2014/2015, con la participación de 75 profesores de colegios públicos (31), concertados (8) y privados (35) de todos los cursos de Educación Primaria, con edades comprendidas entre los 23 y 65 años.

El análisis y tabulación de los datos se realizó combinando los programas SPSS 15.0 para Windows versión 15.0, con Microsoft Excel 2010.

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las respuestas del profesorado en cuanto al uso de las TIC revelan un conocimiento grande de las TIC para su práctica profesional, con un valor medio de 7,4 puntos sobre 10, siendo principalmente un conocimiento autodidacta. Para la búsqueda de páginas web utilizan principalmente (96%) el buscador Google y más del 57% afirman apoyar su estudio y las actividades de aula con páginas web que aparecen en las primeras respuestas devueltas por el buscador.

A partir de las frecuencias obtenidas en los cuestionarios de comparación por pares, se obtuvieron los valores medios ponderados de las distintas comparaciones. Es importante destacar que un resultado negativo en el valor medio ponderado supone que el profesorado valora más el segundo criterio de la comparación que el primero.

La tabla 2 muestra los valores medios de cada comparación entre criterios. El valor medio obtenido en las comparaciones entre aspectos técnicos y didácticos, y entre técnicos y psicopedagógicos es el mismo (-1,3378), mientras que la relación entre didácticos y psicopedagógicos, está mucho más centrada a favor de los aspectos didácticos (0,2568). De estos datos se desprende que los criterios didácticos son los más valorados por el profesorado consultado, seguido de los criterios psicopedagógicos, y ambos mucho más importantes que los criterios técnicos. De este modo, se puede

afirmar que la importancia relativa de los criterios técnicos es, para estos profesores, inferior tanto a los criterios didácticos como a los psicopedagógicos.

En un nivel de análisis inferior observamos que el subcriterio técnico más importante para los profesores consultados es la imagen; dentro de los subcriterios didácticos los objetivos y entre los psicopedagógicos la motivación. Teniendo en cuenta que los criterios didácticos son los más importantes, y que entre ellos el más valorado es el subcriterio objetivos, podemos afirmar que los profesores encuestados prefieren aquellas páginas web que les sirvan como apoyo para la consecución de los objetivos que desean alcanzar en una determinada unidad, más que el efecto motivador que suscita el trabajo con Internet y más que los enlaces a videos o imágenes que puedan complementar las explicaciones del profesorado.

	CRITERIOS Y SUBCRITERIOS COMPARADOS	VALOR MEDIO OBTENIDO -4<X<4
CRITERIOS PRINCIPALES	Técnicos y Didácticos	-1,3378
	Técnicos y Psicopedagógicos	-1,3378
	Didácticos y Psicopedagógicos	0,2568
SUBCRITERIOS TÉCNICOS	Imagen y sonido	0,7183
	Imagen y diseño	0,7143
	Imagen y navegación	0,3099
	Sonido y diseño	0,0423
	Sonido y navegación	0,0435
	Diseño y navegación	0,5634
SUBCRITERIOS DIDÁCTICOS	Objetivos y Contenido	0,7432
	Objetivos y Actividades	0,2703
	Objetivos y Ayuda	1,0282
	Contenido y Actividades	-0,2192
	Contenido y Ayudas	0,7973
	Actividades y Ayudas	1,2703
SUBCRITERIOS PSICOPEDAGÓGICOS	Motivación e Interactividad	1,0676
	Motivación y Atención	0,8784
	Motivación y Creatividad	0,4054
	Interactividad y Atención	0,2466
	Interactividad y Creatividad	-0,2297
	Atención y Creatividad	0,2027

Tabla 2: Valores medios para los criterios y subcriterios estudiados

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

Los aspectos que a juicio de los profesores participantes en el estudio son más importantes a la hora de valorar páginas web de contenidos de Ciencias Naturales son los didácticos y los psicopedagógicos. A nivel de subaspectos tenemos que objetivos,

motivación y actividades son los puntos en los que más se fijan los profesores de Ciencias Naturales a la hora de escoger páginas web para el trabajo con su alumnado. La revisión de páginas web nos permite afirmar que los creadores de páginas web coinciden en dar importancia a los criterios didácticos, pero queda un amplio camino por recorrer en cuanto a la aplicación de los psicopedagógicos tales como la motivación, la interactividad o la creatividad que, según lo señalado por Cañal, Ballesteros y López (2000), son aspectos de gran valor en enseñanza de las Ciencias mediada por TIC.

Por ello se puede afirmar que sería recomendable que los diseñadores tuvieran en cuenta estas preferencias mostradas por los docentes y coordinaran sus esfuerzos hacia una mejora de las páginas en estos aspectos, ofreciendo así contenidos más adecuados a las necesidades reales del aula.

Respecto al cambio metodológico que la literatura estudiada propone, los datos sugieren que la principal modificación debe ser en el método de búsqueda de páginas web por parte del profesorado, ya que como queda demostrado los aspectos más importantes para el profesorado son distintos de los utilizados por el buscador Google (Page Rank).

BIBLIOGRAFÍA

Adell, J. (2013). Pedagogía 2.0. En J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino y A. Vázquez (coords.) *Experiencias educativas en las aulas del siglo XXI. Innovación con TIC* (pp.11-14). Barcelona: Ariel.

Alonso, C. M. (2000). *Calidad, Aprendizaje y TIC. En Aplicaciones educativas de las tecnologías de la información y la comunicación*. Aulas de verano. Instituto superior de formación del profesorado. España: Ministerio de educación y ciencia.

Area, M. (2007). Algunos principios para el desarrollo de “buenas prácticas” pedagógicas con las TIC en el aula. *Comunicación y pedagogía*, 222, 42-47.

Area, M., Gutiérrez, A. y Vidal, F. (2012). *Alfabetización digital y competencias informacionales*. Barcelona: Ariel.

Bravo, J. L. (2004). Los medios de enseñanza: clasificación, selección y aplicación. *Pixel-Bit Revista de Medios y Educación*, 24, 113-124.

Cabero, J. y López, E. (2009). Evaluación de materiales multimedia en red en el Espacio Europeo de Educación Superior. Davinci.

Cañal, P., Ballesteros, C. y López, E. (2000). Internet y educación ambiental: una relación controvertida. *Investigación en la escuela*, 41, 89-101.

Fundación Telefónica (2012) Aprender con tecnología. Investigación internacional sobre modelos educativos de futuro. ARIEL. Recuperado en enero 2013 de http://www.fundacion.telefonica.com/es/arte_cultura/publicaciones/detalle/165

Google (2015). Algoritmos. Último acceso en mayo 2015 de <http://www.google.es/intl/es/insidesearch/howsearchworks/algorithm.html>

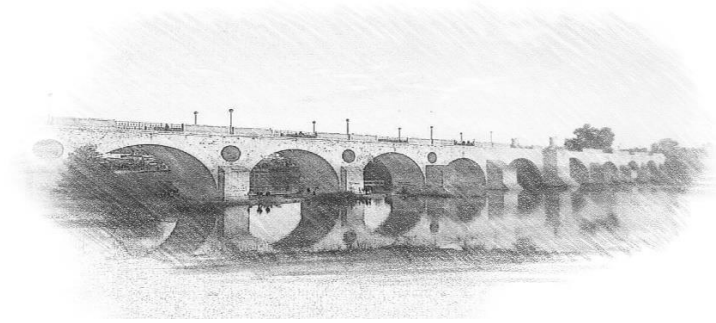
Grané i Oró, M. (2015). Las tecnologías pueden cambiar la escuela del siglo XXI. *Comunicación y Pedagogía*, 281-282, 11-15.

Jiménez, J. (2015). Estudio sobre los estándares TIC en educación en los futuros docentes de la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid (tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid. España.

- Martín, J. M., Beltrán, J. y Pérez, L. (2003). *Cómo aprender con Internet*. Madrid: Fundación Encuentro.
- Martínez, F., Prendes, M.P., Alfageme, M.B., Amorós, L., Rodríguez, T. y Solano, I.M. (2002). Herramienta de evaluación multimedia didáctico. *Pixel-Bit Revista de Medios y Educación*, 18.
- Matarrita, L., Serrano, J., Torres, M. I. y León, G. (2012). Factibilidad de la utilización de recursos tecnológicos en la implementación del eje transversal cultura ambiental para el desarrollo sostenible en la Educación General Básica de Costa Rica. *Revista Electrónica EDUCARE*, 16 (3), 127-143. Último acceso en agosto de 2015 de www.revistas.una.ac.cr/index.php/EDUCARE/issue/current
- Ojeda, F. (2008). Educación Ambiental y Tecnologías de la Información y la Comunicación: diseño, desarrollo y evaluación de un programa colaborativo en Educación Secundaria (tesis doctoral). Universidad de Granada.
- Padilla, L. J. (2005). Programación WEB y desarrollo de aplicaciones educativas en Educación Primaria. En Padilla, L. J. (Coord.) *Aplicaciones educativas de las Tecnologías de la Información y la Comunicación* (págs. 101-154). Ministerio de Educación y Ciencia.
- Pozuelo, J. y Santiago, M. (2014). TIC en las aulas: luces y sombras. *Revista DIM*, 30, 1-11.
- Rodríguez de las Heras, A. (2015). Ciudadanos con tecnología incorporada. *Telos: cuadernos de comunicación e innovación*, 100.
- Torres, M. L. (2005). Elementos que deben contener las páginas web educativas. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 25, 75-83.
- Trucano, M. (2005). Knowledge Maps: ICT in Education. Washington, DC: infoDev/World Bank. Último acceso en julio de 2015 de https://www.infodev.org/infodev-files/resource/InfodevDocuments_8.pdf
- Wieczorek, C. V. y Legnani, W. E. (2010). Pautas de calidad para la evaluación de sitios Web educativos. Comunicación Oral presentada en Congreso Iberoamericano de Educación. METAS 2021. Último acceso en enero de 2015 de http://www.chubut.edu.ar/descargas/secundaria/congreso/TICECUCACI ON/R1129_Wieczorek.pdf

ANEXO 1

CUESTIONARIO PROFESORADO EDUCACIÓN PRIMARIA (Claustro Zambrana Tevar. Universidad Complutense)										
Centro educativo:										
Sexo:	masculino _____ femenino _____									
Centro:	público _____ concertado _____ privado _____									
Titulación y especialidad:										
Años de experiencia docente	1º CICLO EP _____ 2º CICLO EP _____ 3º CICLO EP _____									
Edad:										
Área de enseñanza actual:										
Nivel educativo actual:										
Valore las siguientes afirmaciones teniendo en cuenta que en la escala de valores 1 representa "POCO DE ACUERDO" y 6 "MUY DE ACUERDO"										
Con relación al uso de las Técnicas de la Información y la Comunicación										
		1	2	3	4	5	6			
1.-	Conozco lo que son las TIC									
2.-	Tengo formación para trabajar con las TIC en el aula									
3.-	Mi formación en manejo de las TICs es solamente autodidacta									
4.-	Mi centro tiene un aula específica para trabajar las TIC									
5.-	En mi centro hay ordenadores en la mayoría de las aulas									
6.-	En mi centro hay ordenadores en el aula con conexión a Internet									
7.-	Mis alumnos estudian con dispositivos electrónicos (indique cuáles: _____)									
8.-	Suelo utilizar Internet como fuente de información para preparar mis clases									
9.-	Hago que mis alumnos utilicen Internet para trabajar en clase									
10.-	Hago que mis alumnos utilicen Internet para trabajar en casa									
11.-	Utilizo Google como buscador principal (en caso de usar otros indique cuales: _____)									
12.-	Cuando consulto el buscador escojo entre los tres primeros resultados									
Cuando trabajo páginas web para el estudio del área de Ciencias Naturales/Conocimiento del Medio Natural...										
								Nad	Mucha Men	Extrem
Con relación a los aspectos técnicos y estéticos...										
1.-	Doy mas importancia a las imágenes y videos que al sonido									
2.-	Doy mas importancia a las imágenes y videos que al diseño gráfico (orden, claridad, tipo y tamaño de texto, títulos...)									
3.-	Doy mas importancia a las imágenes que a la facilidad de navegación									
4.-	Doy mas importancia al sonido que al diseño gráfico(orden, claridad, tipo y tamaño de texto, títulos...)									
5.-	Doy mas importancia al sonido que a la facilidad de navegación									
6.-	Doy mas importancia al diseño gráfico (orden, claridad, tipo y tamaño de texto, títulos...) que a la facilidad de navegación									
Con relación a los aspectos didácticos...										
								Nad	Mucha Men	Extrem
1.-	Doy mas importancia a los objetivos didácticos que a los contenidos teóricos									
2.-	Doy mas importancia a los objetivos didácticos que a las actividades propuestas									
3.-	Doy mas importancia a los objetivos didácticos que a los elementos de ayudas (búsqueda, índice...)									
4.-	Doy mas importancia a los contenidos teóricos que las actividades propuestas									
5.-	Doy mas importancia a los contenidos teóricos que a los elementos de ayuda (búsqueda, índice...)									
6.-	Doy mas importancia a las actividades propuestas que a los elementos de ayuda (búsqueda, índice...)									
Con relación a los aspectos psicopedagógicos...										
								Nad	Mucha Men	Extrem
1.-	Doy mas importancia a la motivación que suscita en el alumno el trabajo con la página web que su interactividad									
2.-	Doy mas importancia a la motivación que a la atención que suscita la página web									
3.-	Doy mas importancia a la motivación que a la creatividad que suscita la página web									
4.-	Doy mas importancia a interactividad de la página web que a la atención que suscita la página web									
5.-	Doy mas importancia a interactividad que a la creatividad que desarrolla el alumno con la página web									
6.-	Doy mas importancia a la atención que a la creatividad que desarrolla el alumno con la página web									
En su conjunto...										
								Nad	Mucha Men	Extrem
1.-	Doy mas importancia a los aspectos técnicos y estéticos que a los didácticos									
2.-	Doy mas importancia a los aspectos técnicos y estéticos que a los psicopedagógicos									
3.-	Doy mas importancia a los aspectos didácticos que a los psicopedagógicos									
¿Qué otros aspectos considera importantes a la hora de escoger una página web de interés educativo?										



COMUNICACIONES ORALES

Línea 3. Investigación en la enseñanza de las ciencias

Persistencia de ideas alternativas de los alumnos sobre el Enlace Químico a lo largo de la Enseñanza Secundaria y el Bachillerato

Aguirre, C., González, E., Vázquez, A., Fernández, R., Cortés, J. M.

Filiación: Departamentos de Pedagogía, Química Física y Matemáticas, Universidad de Castilla-La Mancha.

constancio.aguirre@uclm.es

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza la posible relación existente entre el tratamiento dado al tema del enlace químico por algunos libros de texto de 4º de Educación Secundaria Obligatoria y 1º y 2º Bachillerato utilizados en España, y la persistencia de las concepciones alternativas de los alumnos de estas etapas a medida que van avanzando por los diferentes cursos. Para ello, nos hemos basado en primer lugar en determinados trabajos realizados previamente por otros autores que han detectado y categorizado no sólo el tipo de enfoques utilizados para la enseñanza de este concepto sino también los impedimentos pedagógicos relacionados y los principales errores conceptuales detectados, y posteriormente en el contraste y análisis de la persistencia de determinados errores a lo largo de esos cursos. Los resultados muestran que, a lo largo de los cursos, los alumnos siguen teniendo dificultades para relacionar los niveles macro y micro de la química y, por tanto, para llegar a comprender y relacionar las propiedades macroscópicas y microscópicas de las sustancias.

Palabras clave

Enlace químico, concepciones alternativas, persistencia, ESO, Bachillerato, libros de texto

INTRODUCCIÓN

La noción de “concepción alternativa” se introdujo cuando se halló que las ideas de los estudiantes podían ser bastante diferentes dependiendo del método de enseñanza (Fensham, 1972; McCloskey, 1988) y que dichas ideas cambian progresivamente a medida que los estudiantes se exponen a información adicional de carácter relevante en cursos superiores. Sin embargo, siguen existiendo grandes diferencias entre lo que se les enseña y lo que aprenden (De Posada, 1997). Las concepciones alternativas han recibido diversos nombres en la literatura científico-didáctica, entre los cuales podemos mencionar: preconceptos, ideas alternativas, marcos alternativos de pensamiento, ciencia ingenua, ciencia de alumnos, creencias intuitivas, ciencia intuitiva, concepciones alternativas y errores conceptuales. Todos ellos se usan habitualmente como sinónimos en artículos y trabajos científicos. En especial cuando una de estas concepciones alternativas se usa por parte de los alumnos de una manera consistente en diferentes contextos y sobre fenómenos o sucesos diferentes, se habla de un marco alternativo de pensamiento (Boo, 1998).

Estos marcos conceptuales alternativos representan un serio impedimento para el aprendizaje efectivo y significativo de los conceptos científicos (Taber, 2003).

Por tanto, el profesor que quiera tener éxito en su labor tiene que saber por qué se adquieren ciertos tipos de conceptos alternativos, cómo afrontarlos con efectividad y cómo usarlos en clase para desarrollar auténticas ideas científicas.

Al igual que en muchos otros campos de la ciencia, las investigaciones realizadas en los últimos años ponen de manifiesto que las ideas de los alumnos acerca del enlace químico difieren bastante de las ideas científicas aceptadas. Otra de las posibles causas que pueden contribuir al desarrollo de concepciones alternativas de los alumnos respecto del enlace químico reside en el tratamiento que se da al mismo en los libros de texto.

ESTADO DE LA CUESTIÓN

Muchos de los errores conceptuales relacionados con el enlace químico se deben a la simplificación y generalidades de los modelos utilizados en los libros de texto que presentan una visión limitada e incorrecta del enlace y dan lugar a “impedimentos de aprendizaje” (Levy et al., 2008). También Levy y colaboradores (2010) han elaborado un esquema ilustrativo del enfoque tradicional que se suele dar en los libros de texto, en los que se clasifica la materia en cuatro categorías estancas: iónica, covalente, molecular y metálica. Este enfoque se explica por motivos históricos debido a que responden a las observaciones experimentales que han conducido en cada momento a la elaboración de modelos y teorías explicativas. Pero no es menos cierto que distintos modelos y teorías se van adicionando en los libros de texto según los estudiantes van alcanzando niveles superiores para dar una explicación al mismo fenómeno. Esta situación puede originar en los estudiantes una gran confusión, especialmente cuando todas las teorías son de naturaleza heurística. La pregunta que nos planteamos es: ¿persisten esos errores a lo largo del tiempo?

Hipótesis de partida

Lo que pretendemos es averiguar el grado de persistencia de las concepciones alternativas a lo largo de la etapa educativa secundaria que incluye el último curso de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y los dos cursos de Bachillerato (Bto). Los objetivos específicos que hemos perseguido han sido los siguientes:

- a) Conocer las concepciones de los alumnos en relación al enlace químico*
- b) Conocer las concepciones de los alumnos en relación a los tipos de redes cristalinas en las que se pueden presentar las sustancias sólidas y tipo de enlace que presenta.*
- c) Conocer las concepciones de los alumnos relacionadas con las propiedades macroscópicas de las sustancias y el tipo de enlace que presenta.*
- d) Comprobar la persistencia de las concepciones de los alumnos sobre el enlace químico a lo largo del tiempo*

METODOLOGÍA

La metodología empleada es cuantitativa. Se elaboró un cuestionario opción múltiple para cada curso estudiado, y se administró y se recogió de manera anónima. Para cada uno de los niveles citados, y se complementó con una serie de entrevistas orales que fueron grabadas y posteriormente transcritas en papel con el objeto de detectar el razonamiento empleado por los alumnos. Los cuestionarios fueron confeccionados tras analizar los contenidos y los ejercicios de los libros de texto y establecer los objetivos de aprendizaje. Dichos objetivos fueron los que se muestran en las dos tablas siguientes:

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	PREGUNTAS TEST
1. Saber cómo se presentan las sustancias: átomos, moléculas o cristales.	1-12-13-37-38
2. Relacionar las propiedades físicas y químicas de las sustancias con las partículas que las constituyen	4-5-9-10-21-22
3. Identificar las partículas que constituyen los sólidos	2-11-18-19-23-32-33-34
4. Identificar la causa de la formación del enlace	3-6-35
5. Identificar los enlaces químicos	7-14-15-16-17-20-24-25
6. Saber cómo se forman los enlaces químicos	8-26-27-28-29-30-31-36

Tabla 1. Objetivos de Aprendizaje 4º ESO y 1º Bto.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	PREGUNTAS TEST
1. Identificar los enlaces químicos	1-2-3-8-9-10-13-14-16-17-18-19
2. Relacionar las propiedades físicas y químicas de las sustancias con las partículas que las constituyen.	4-5-12-39
3. Relacionar la polaridad con el tipo de enlace	6-7-11-15-20-21-22-23-24-38
4. Identificar las fuerzas presentes en las sustancias según tipos de sólidos	25-26-27-28-29-32-34-35-37
5. Identificar las fuerzas presentes en una sustancia según las partículas que constituyen el sólido	30-31-33-36

Tabla 2. Objetivos de Aprendizaje 2º Bto.

Como se puede apreciar solamente los dos primeros objetivos propuestos para 2º de Bto. coinciden con los objetivos 5 y 2 respectivamente propuestos para 4º de ESO y 1º de Bto. En ellos centraremos nuestro análisis puesto que, según los cuestionarios suministrados que tenían más objetivos, son los únicos que coinciden en los tres niveles educativos contemplados

Muestra de alumnos

La muestra está constituida por 53 alumnos de 4º ESO , 48 de 1º de Bachillerato y 44 de 2º de Bachillerato, de dos institutos de Albacete.

RESULTADOS

Se muestran los porcentajes de respuestas incorrectas a las preguntas del test por objetivo (ver Tabla 1 y Tabla 2). En la Figura1 se incluyen las correspondientes a 4º de la ESO y

1º de Bachillerato agrupados debido a que el cuestionario fue el mismo para ambos grupos, y en la Figura 2 aparecen los resultados obtenidos en 2º de Bachillerato

1. Identificar los enlaces químicos

Al comparar el objetivo 5 en la Figura 1 y la Figura 2 vemos que el promedio de respuestas incorrectas más frecuentes asciende en 4º ESO y 1º Bachillerato al 62,91 % en comparación con el mismo objetivo para 2º de Bto (57,61%). Esto implica que ha habido una mejora de tan solo un 5,3% en puntos porcentuales, aunque persiste ese error en más de la mitad de respuestas. Es decir, que todavía en 2º de Bto. la mayoría de los alumnos no tienen clara la identificación de los diferentes tipos de enlace químico:

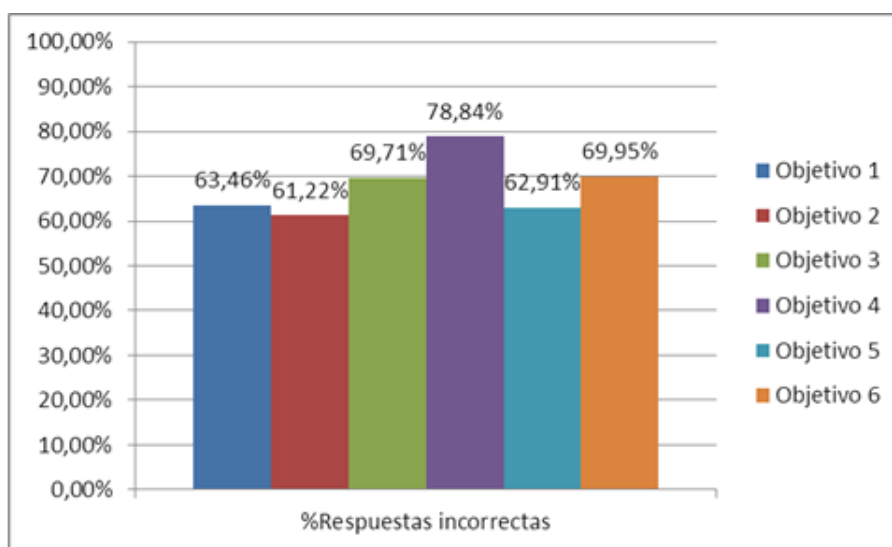


Figura 1. Resultado por objetivos agrupados para 4º ESO y 1º Bto.

2. Identificar las propiedades físicas y químicas de las sustancias con las partículas que constituyen los sólidos

El porcentaje promedio de errores en las preguntas correspondientes al objetivo 2 asciende al 61,22% en los dos cursos inferiores, y persiste en un 43,48% en el último curso. Esto nos señala una mejora superior al caso del objetivo anterior ya que representa un porcentaje de mejora en puntos porcentuales de un 17,74%. Esta situación nos indica que más de la mitad de los alumnos de 2º de Bachillerato lo han alcanzado. La explicación podría estar en que los alumnos son más receptivos a la comprensión y asimilación de los conceptos científicos cuanto menor es su nivel de abstracción y cuanto mayor sea su relación con propiedades macroscópicas que son directamente observables y medibles cualitativa y cuantitativamente y que por tanto están mucho más directamente ligadas al mundo real y a las experiencias de los propios alumnos. En definitiva, Es decir, depende en gran medida de la edad y, por tanto, del correspondiente nivel de abstracción adquirido por los alumnos (pensamiento formal)

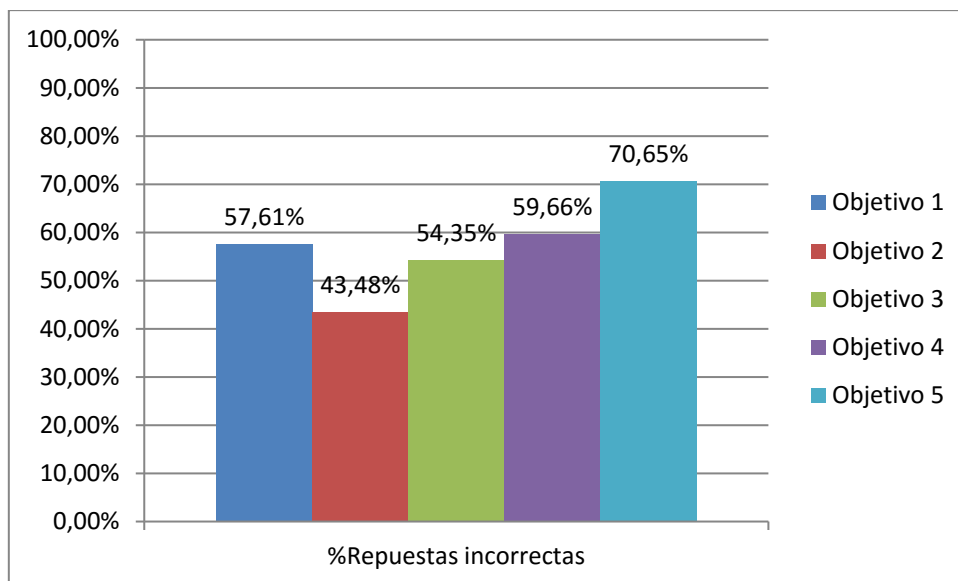


Figura 2. Resultado por objetivos para 2° de Bto.

CONCLUSIONES

De todo lo expuesto podemos concluir lo siguiente:

- 1.- Las ideas procedentes del mundo macroscópico guían la mayoría de sus predicciones llevándoles a resultados incorrectos. Esta tendencia disminuye a medida que aumenta el nivel de estudio en la química.
- 2.- La mayoría de los alumnos sólo entienden las fuerzas electrostáticas en los enlaces para acercar átomos y que se unan y para los de bachillerato en concreto la unión es debida sobre todo al enlace covalente.
- 3.- La mayoría de los alumnos no sabe qué partículas constituyen un cristal según el tipo de enlace, pero si saben la estructura de sustancias conocidas como la sal o el diamante.
- 4.- Los alumnos sólo entienden las propiedades a nivel macroscópico por no entender la estructura a nivel microscópico, quizás por la terminología tan diferente utilizada para referirnos a las sustancias, y a su clasificación según el tipo de enlace.
- 5.- Respecto a los dos objetivos estudiados en este trabajo, los resultados muestran que, a pesar de que hay matices diferenciales significativos entre unos cursos y otros (como no podía ser de otra manera dada la diferencia de edad y de nivel), los alumnos siguen teniendo dificultades para relacionar los niveles macro y micro de la química y, por tanto, para llegar a comprender y relacionar las propiedades macroscópicas de las sustancias con el tipo de unión que presentan las partículas (átomos, iones y moléculas) a nivel microscópico.

BIBLIOGRAFÍA

- Boo, H. K. (1998). Students' understandings of chemical bonds and the energetics of chemical reactions, *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), 569–581.
- De Posada, J. M. (1997). Conceptions of high school students concerning the internal structure of metals and their electric conduction: structure and evolution, *Science Education*, 81, 445-467.
- Fensham, P, J. (1972). Prior knowledge-a source of negative factors for subsequent learning, *Research in science education*, 2(1), 50-57

Levy Nahum, T.; Mamlok-Noaman, R.; Hofstein, A. & Kronik, L. (2008) "A New "Bottom-Up" Framework for Teaching Chemical Bonding" *Journal of Chemical Education*. Vol. 85, N° 12

Levy Nahum, t.; Namlok-Noaman, R.; Hofstein, A. & Keith, S. Taber (2010). Teaching and learning the concept of chemical bonding. *Studies in Science Education*, Vol (46), N° 2.

McClosky, M. & Kargon, R. (1988). The meaning and use of historical models in the study of intuitive physics, In Strauss (ed.), *Ontogeny, Phylogeny and Historical Development*, New Jersey, Ablex Publishing

Taber, K. S., (2003). Mediating mental models of metals: acknowledging the priority of the learner's prior learning, *Science Education*, 87(5), 732-758.

ANEXOS

Test correspondiente a los objetivos 1 y 5 (4º ESO y 1º Bto.)

4. Respecto al cloruro de sodio (NaCl) señala la opción verdadera:

a) Es una molécula formada por un átomo de sodio y un átomo de cloro. b) Es una molécula formada por un ión sodio (Na⁺) y un ión cloruro (Cl⁻). c) Es un compuesto iónico formado por un átomo de sodio y un átomo de cloro. d) Ninguna de las anteriores es cierta.

5. Respecto al cloruro de sodio (NaCl) señala la opción verdadera:

a) Es una molécula formada por iones. b) Es un cristal iónico formado por iones. c) Es un cristal covalente formado por iones. d) Es un cristal formado por moléculas de cloruro de sodio.

7. Cuáles de los siguientes pares de elementos pueden formar enlace iónico:

a) S y O b) Na y Ca c) Na y F d) O y O

9. Una determinada sustancia tiene un punto de ebullición de 80°C y un punto de fusión de -6°C; es soluble en benceno, pero no en agua. De ella se puede afirmar que:

a) Es un compuesto iónico. b) Es gas a temperatura ambiente. c) Las fuerzas de Van der Waals intervienen y son elevadas. d) Es un líquido molecular.

10. Para que dos átomos A y B se combinen formando un enlace fundamentalmente iónico conviene:

a) Que A y B tengan electronegatividades parecidas. b) Que las energías de ionización de ambos sean parecidas. c) Que las afinidades electrónicas de ambos sean parecidas. d) Que sean de electronegatividades muy diferentes.

14. Indica de entre las siguientes sustancias la que sea un cristal atómico covalente:

a) Hierro b) Grafito c) Cuarzo d) Cloruro de sodio

15. Las partículas que intervienen en el enlace son:

a) Iones b) Electrones c) Átomos d) Moléculas

16. Indica cuál de las siguientes sustancias está formada por un metal y un no metal:

a) Metano b) Oxígeno c) Cloruro de sodio d) Agua

17. Indica cuál de las siguientes sustancias presenta enlace iónico:

a) Metano b) Agua c) Oxígeno d) Cloruro de sodio

20. Indica cuál de las siguientes sustancias presenta enlace metálico:

a) Amoníaco b) Diamante c) Cobre d) Dióxido de carbono

21. Señala la respuesta correcta en cuanto al tipo de enlace que se formará entre los elementos que se forman según su electronegatividad:

a) El Ca y el O forman un enlace covalente polar. b) El H y el Cl forman un enlace iónico. c) El K y el F forman un enlace iónico. d) El H y el Br forman un enlace covalente apolar.

22. Se combinan dos elementos A y B cuyas configuraciones electrónicas son respectivamente $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ y $1s^2 2s^2 2p^4$, para formar un nuevo compuesto C. El compuesto C que se forme más probablemente será:

a) Insoluble en agua. b) Un sólido de bajo punto de fusión. c) Un sólido buen conductor de la electricidad. d) Buen conductor de la electricidad sólo en estado fundido.

24. De las siguientes sustancias indica la que presenta un enlace iónico entre sus átomos:

- a) H₂O b) CaBr₂ c) O₂ d) Fe

25. De las siguientes sustancias indica la que presenta un enlace metálico:

- a) H₂O b) CaBr₂ c) O₂ d) Fe

Test correspondiente a los objetivos 1 y 2 de 2º Bto.

1. Indica el tipo de enlace que existe entre los átomos del cloruro de sodio:

- a) Enlace apolar b) Enlace covalente c) Enlace iónico d) Enlace electrostático.

2. Indica el tipo de enlace que existe en el cloruro de sodio (NaCl):

- a) Enlace polar b) Enlace iónico c) Enlace metálico d) Enlace covalente

3. Indica el tipo de fuerzas que unen los átomos en el cloruro de sodio:

- a) Fuerzas polares b) Fuerzas electrostáticas c) Fuerzas intermoleculares d) Fuerzas intramoleculares

4. El agua hierve cuando por la acción del calor se rompen:

- a) Enlaces covalentes b) Enlaces iónicos c) Enlaces de hidrógeno d) Ninguno de los anteriores.

5. Una determinada sustancia tiene un punto de ebullición de 80°C y un punto de fusión de -6°C; es soluble en benceno, pero no en agua. De ella se puede afirmar que:

- a) Es un compuesto iónico b) Es gas a temperatura ambiente c) Las fuerzas de Van der Waals intervienen y son elevadas d) Es un líquido molecular a temperatura ambiente.

8. Entre un metal y un no metal el tipo de enlace que se forma es:

- a) Covalente polar b) Iónico c) Metálico d) Covalente apolar

9. Referente al enlace covalente señala la opción correcta:

- a) Es una unión entre 2 átomos no metálicos b) Es una unión entre iones c) Es una unión entre moléculas d) Es una unión entre un átomo metálico y un no metálico.

10. Un elemento A tiene dos electrones en su capa de valencia, y otro B presenta en su capa de valencia la configuración 3s² 3p⁵, si estos dos elementos se combinan entre sí, la posible fórmula del compuesto que se forma será:

- a) AB b) A₂B c) AB₂ d) A₇B₂

12. Se combinan dos elementos A y B cuyas configuraciones electrónicas son respectivamente 1s² 2s² 2p⁶ 3s¹ y 1s² 2s² 2p⁴, para formar un nuevo compuesto C. El compuesto C que se forme más probablemente será:

- a) Insoluble en agua b) Un sólido de bajo punto de fusión c) Un sólido buen conductor de la electricidad d) Buen conductor de la electricidad sólo en estado fundido.

13. El diamante:

- a) Está formado por moléculas de carbono b) Tiene todos sus enlaces covalentes c) Tiene enlaces covalentes pero entre una molécula y otra actúan fuerzas de Van de Waals d) Es un compuesto iónico.

14. Si tenemos dos átomos enlazados de manera que el par de electrones que conforman el enlace entre ellos los aporta el mismo átomo, se puede decir que se trata de un enlace:

- a) Parcialmente covalente b) Covalente normal c) Covalente coordinado d) Iónico

16. Un enlace entre dos átomos en el cual uno de ellos aporta electrones, podemos decir que es un enlace:

- a) Iónico dativo b) Metálico c) Parcialmente covalente d) Covalente dativo.

17. La molécula de amoníaco NH_3 es capaz de formar un enlace covalente coordinado con:

- a) Un átomo de hidrógeno b) Un ión hidruro c) Un protón d) Con ninguno de los tres

18. De las siguientes sustancias indica la que presenta un enlace covalente polar:

- a) H_2O b) CaBr_2 c) O_2 d) Fe

19. De las siguientes sustancias indica la que presenta un enlace covalente apolar:

- a) H_2O b) CaBr_2 c) O_2 d) Fe

39. Indica cuál de las siguientes sustancias conduce la corriente eléctrica en disolución:

- a) Un sólido reticular b) El diamante c) Un cristal iónico d) ninguna de las anteriores

Aproximación a las ciencias en Educación Infantil a través de la revista “Infancia. Educar de 0 a 6 años”

Almagro-Fernández, M., Jiménez-Tejada, M. P., Romero-López, M. C.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.

pjtejada@ugr.es

RESUMEN

En esta investigación se inicia una aproximación a cómo y qué ciencias se enseñan en la etapa de Educación Infantil. Es conocido por diversas investigaciones que el área de Ciencias es la gran olvidada durante dicha etapa. Para conocer si esta situación es similar en nuestro país, se han revisado las publicaciones durante 10 años en una revista en la que se divulgan propuestas realizadas en las aulas de Educación Infantil. Nuestro estudio ha puesto de manifiesto que las ciencias no parecen recibir gran atención en esta etapa.

Palabras clave

Educación Infantil, Propuestas de ciencias, Revista de Educación Infantil.

INTRODUCCIÓN

La Educación Infantil es una etapa en la que los niños y niñas disfrutan con los desafíos, con el juego y la exploración, las búsquedas y las discusiones. A esta edad están biológicamente preparados para aprender sobre el mundo que les rodea, tanto como lo están para realizar interacciones sociales o para aprender a caminar o hablar. Los contenidos de ciencias encajan perfectamente en la forma natural de procesar experiencias y su inherente curiosidad sobre el mundo que les rodea. También estamos de acuerdo con French (2004) en que las ciencias son muy motivadoras a estas edades.

Ese interés se ha apreciado de diversas maneras, como las continuas preguntas cuyo centro de atención son las ciencias, o el interés que muestran por libros con contenidos de ciencias, similar al que presentan para cuentos cuyos protagonistas son animales (Price, Bradley y Smith, 2012). También se aprecia buena disposición hacia los rincones de ciencias, aunque con ciertas limitaciones, ya que esto ocurre siempre y cuando los materiales presentes son atractivos para los alumnos, saben cómo utilizarlos y se ha trabajado con ellos previamente; si no es así el tiempo que pasan libremente en dichos espacios es mucho menor (Nayfeld, Brenneman y Gelman, 2011).

Aparte de la motivación del alumnado hay otras razones para la enseñanza de las ciencias en la Educación Infantil. En primer lugar permiten desarrollar la capacidad crítica en los alumnos, lo que les permite desenvolverse y responder eficazmente a los problemas que la sociedad y el medio que le rodea le va a ir planteando a lo largo de su vida (Garrido Romero y Galdón Delgado, 2003). Otros motivos están relacionados con la mejora tanto de las actitudes hacia la ciencia como de la comprensión de conceptos científicos. Sin embargo, no son las ciencias las únicas que se benefician. La implementación de diversos proyectos de ciencias en la etapa de infantil, como el HSSC (Head Start on Science and Communication program) de Klein, Hammrich, Bloom, y Ragins (2000), el ScienceStart! de French (2004) o el Preschool Pathways to Science (o PrePSc) de Gelman y Brenneman

(2004), han puesto de manifiesto las ventajas de introducirlas en esta etapa. Con el aprendizaje de las ciencias los niños desarrollan el lenguaje y adquieren vocabulario al hablar de sus actividades, al intercambiar información, al hacer preguntas, al planificar cómo contestarlas, al ir describiendo sus observaciones cuidadosamente, etc. Pero también se ha observado una mejora en el aprendizaje de contenidos, un aumento de la atención y una disminución de conductas negativas.

Pero, a pesar de los beneficios, la enseñanza de las ciencias no es una práctica habitual. Entre los motivos que aduce el profesorado de esta etapa educativa se encuentra la falta de confianza en su propio conocimiento acerca de las ciencias, escasa disponibilidad de recursos o incluso creencia de que la enseñanza de las ciencias no es importante (Erden y Sönmez, 2011). El conocimiento y esfuerzo necesarios para diseñar o adaptar propuestas para esta etapa, o la permisividad en el aula que creen necesaria para que el alumnado explore, experimente o se ensucie son también otras razones (García y Domínguez, 2011).

OBJETIVOS

Con nuestro estudio hemos pretendido:

- Hacer una estima de la frecuencia de la enseñanza de las ciencias en las aulas de Educación Infantil.
- Caracterizar la enseñanza de las ciencias en Educación Infantil mediante las publicaciones que realiza el profesorado de esta etapa.

METODOLOGÍA

Si la enseñanza de las ciencias en esta etapa no es práctica habitual tampoco lo es la investigación, siendo la falta de implicación del profesorado en las investigaciones uno de los problemas (Benarroch, 2010). Estos hechos dificultaban el logro de los objetivos pretendidos en nuestra investigación, por lo que decidimos hacer uso de las propuestas de aula publicadas por el propio profesorado. Para ello analizamos los artículos relacionados con las ciencias experimentales publicados en la revista *In-fan-cia. Educar de 0-6 años* durante diez años (2003-2013).

Aunque en España los autores de las investigaciones centradas en la etapa de Educación Infantil pertenecen a muchas universidades, la Universidad Autónoma de Barcelona es una de las que mayor participación tiene (Benarroch, 2010). Esto ha reforzado nuestra decisión para utilizar la revista antes mencionada, ya que está editada por la Asociación de Maestros Rosa Sensat, asociación catalana de reconocido prestigio y vocación en la educación. Por otro lado, se trata de una revista bimestral, de larga trayectoria (inició su andadura en 1990), con muchas y variadas propuestas innovadoras llevadas a cabo en escuelas de diversos países, escritas directamente por maestras y maestros de educación infantil, por lo que nos puede ofrecer una estimación realista de las propuestas que se llevan al aula. Todo lo anterior, junto a la disponibilidad de dicha revista en la Facultad de Ciencias de la Educación de nuestra universidad, hizo que se seleccionara para el estudio. No obstante, hay que decir que algunos números no estaban disponibles; en concreto un ejemplar para los años 2003, 2006 y 2008 y dos ejemplares para los años 2007 y 2009.

Los aspectos analizados fueron entre otros:

- La edad para la que iba dirigida la propuesta.
- El sexo de las personas que escribieron el artículo.

-La temática. Se analizó si estaban relacionadas con los seres vivos o con la materia inerte.

La duración de la propuesta. Se consideró si se trataba de una propuesta puntual de escasa duración, o si por el contrario era de más duración. En este caso también se anotó si se trataba o no de una propuesta incluida en algún proyecto emprendido por el centro educativo.

-Si se trata de una propuesta multidisciplinar o no. Se analizó si, aparte de la propuesta de ciencias, estaban presentes otras áreas. Los contenidos de ciencias en la normativa que regula la educación en la etapa de Educación Infantil aparecen asociados fundamentalmente al área de conocimiento del entorno y, en menor medida, a la de conocimiento de sí mismo y autonomía personal. Pero en dicha etapa hay que trabajar de forma globalizada e interesa que estén representadas las tres áreas, incluida la de lenguajes: comunicación y representación.

-El papel del profesorado. Se anotó si intervenía como guía o como transmisor de una información ya construida.

-Metodología. Se averiguó si cada propuesta estaba basada sobre todo en la búsqueda de información por parte del alumnado, o si se formulaban preguntas que requerían la emisión de conjeturas por parte del alumnado o la resolución de problemas que se planteaban).

Una vez obtenidos los datos se llevó a cabo un análisis de distribución de frecuencias de cada uno de los ítems consultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar destacamos que el porcentaje de artículos en los cuales se exponen propuestas de ciencias es bastante bajo, pues tan solo se han encontrado 38 artículos sobre un total de 634 revisados. Este resultado no nos sorprende, pues en cierta medida refleja lo que sucede en otros países en los que el tiempo dedicado a la enseñanza de las ciencias es escaso (Mantzicopoulos, Patrick y Samarapungavan, 2008).

Los resultados que se indican a continuación están referidos siempre a los 38 artículos de ciencias.

Autoría

De los 38 artículos que incluyen propuestas de ciencias, en tres no aparecen autores como personas físicas, mientras que para el resto aparecen 7 hombres y 60 mujeres. Los datos no parecen estar en discordancia con la realidad profesional actual, ya que el porcentaje de maestras es muy superior al de maestros y, por tanto, siendo propuestas principalmente realizadas en el aula, parece lógico que sea la mujer la que tenga una mayor presencia con diferencia. Según datos del Instituto Nacional de Estadística, el porcentaje de mujeres en el profesorado durante el curso 2011-12, fue especialmente elevado en Educación Infantil (97,5%). Estos resultados también son un reflejo de la realidad en las aulas de los Grados universitarios de Educación Infantil. Este resultado también es coherente con el trabajo fin de grado realizado por LLoret (2014), en el que se observó que la autoría de los libros de texto para la etapa de Educación Infantil, corresponde principalmente a mujeres.

Edad a la que va dirigida la propuesta

La mayor parte de las propuestas de ciencias analizadas van dirigidas al ciclo 3-6 años (61%). Hay que indicar que en tres artículos no aparecía la edad a la que iba dirigida la propuesta. Si la etapa de infantil es la gran olvidada de la enseñanza general, es obvio que dentro de la misma, el primer ciclo (0-3) es el más perjudicado. A nivel legislativo no es

un ciclo ni obligatorio ni gratuito; esto contribuye, entre otros factores, a marginarlo desde el punto de vista educativo, y aún más en áreas como la que nos ocupa.

Temática

Las temáticas que predominan son las relacionadas con la materia inerte (51%), seguidas de las relacionadas con los seres vivos (48%). La astronomía, los cambios físicos, el magnetismo, los animales, las plantas y el cuerpo humano son algunos de los que aparecen con cierta frecuencia. Estos resultados siguen la misma tendencia que los encontrados por Lloret (2014) al analizar los textos de Educación Infantil.

Una propuesta relacionada con los seres vivos es la de Madeiros (2004), realizada en una escuela brasileña, en la que se crearon situaciones para que el alumnado descubriera su entorno más próximo, en este caso el mar y sus habitantes.

Como ejemplo de propuesta relacionada con la materia inerte la llevada a cabo por Martínez (2011) y titulada “La física cotidiana. ¿Cuál cae más rápido? ¿cuál llega más lejos?”.

Duración de la propuesta

Las propuestas puntuales suponen un 37%. Las de más duración, realizadas a lo largo de varias semanas o incluso durante un trimestre representan el 53% y las que menor porcentaje ostentan son las que se integran dentro de un proyecto de centro con un 10%. Incluyen estas últimas, las propuestas en las que el colegio se involucra como unidad educativa, realizándose en ocasiones incluso cooperaciones entre colegios.

Estos datos podrían llevar a confusión en caso de no reflejarse en el artículo el trabajo anterior y/o posterior que se pueda llevar a cabo relacionado con la propuesta, pero lo que realmente estamos analizando es la duración en sí de lo expuesto en la publicación. Es evidente que la opción más aconsejable y deseable para la puesta en práctica de las propuestas es aquella que involucra a toda la unidad educativa, pero vemos que es la que se realiza con menor frecuencia. Para llevarla a cabo se requiere una cuidada coordinación y más inversión profesional que en los otros casos. Si a ello unimos los bajos porcentajes del tiempo escolar dedicado a las ciencias, citados por Mantzicopoulos et al. (2008), no son de extrañar estos resultados.

Entre las propuestas puntuales se puede citar la de la Escuela Infantil Lola Anglada (2008) que se realizó aprovechando la ola de frío que provocó que se helara el césped del colegio. Dicha situación permitió introducir la solidificación del agua en un momento concreto del curso.

“Un submarino sumergido en la ciencia” fue una propuesta llevada a cabo por García y Martínez (2011) durante un trimestre. Después de llover sin parar durante dos meses seguidos surgió el interés en los niños de 2-3 años. La caja de cartón que había en el aula la convirtieron en submarino y fue la excusa perfecta para comenzar a conocer más sobre el agua y su utilidad, pero también sobre los medios de transporte, los animales marinos, las propiedades del agua (color, sabor, etc.), los cambios de estado, todo ello con la colaboración de las familias.

Alonso, Krutzaga, Pérez y Trigo (2005) llevaron a cabo un proyecto a lo largo de todo el curso con sus grupos de 2 años. Un cuento cuyo protagonista era un caracol fue el inicio de este proyecto. En cada una de las clases se dedicó un rincón a este animal; en él se colocaba toda la información, pero también el alimento de los caracoles, los utensilios para su cuidado y un “caracolario”. Los niños y niñas se turnaron para su cuidado y se elaboró un álbum viajero con todas las actividades que se desarrollaron. Dibujos,

canciones, fotos, cuentos se fueron recopilando en el álbum, que estuvo a disposición también en el rincón de la biblioteca.

Multidisciplinariedad

Conociendo la importancia del aprendizaje globalizado en esta etapa, hemos analizado si existe presencia de otras áreas en las propuestas de ciencias. Los resultados son positivos, ya que en el 82% de los artículos se llevan a cabo de manera multidisciplinar, quedando un 18% en las que no se realiza de esta forma.

Un ejemplo de propuesta de ciencias conectada con otras áreas la realizó la Escuela Infantil Lola Anglada (2008). Dicha propuesta partió de una situación cotidiana generada por una ola de frío, ya que el alumnado de la escuela se encontró con el césped helado. Durante la noche pusieron hueveras con agua en el exterior para ver qué sucedía, pero también en otros recipientes añadieron diversos objetos como piedras, plumas, hojas secas, etc. Al día siguiente observaron las creaciones artísticas realizadas que provocaron diversas emociones en el alumnado.

Metodología y papel del profesorado

Tras analizar la metodología que aparecía en los artículos revisados encontramos que se repetían dos tipos de propuestas, unas que se centraban en la búsqueda de información y otras en el planteamiento de preguntas, conjeturas y resolución de problemas. A las primeras pertenecían 21 casos y a las segundas 16. Si bien la búsqueda de información es parte integrante en el proceso de aprendizaje, el planteamiento de preguntas, conjeturas y resolución de problemas es una metodología muy conveniente no sólo en ciencias sino en todas las áreas. Así se sugiere también en las orientaciones metodológicas del Decreto 428/2008 que establece la ordenación y las enseñanzas correspondientes a la Educación Infantil en Andalucía, según las cuales “las actividades y propuestas pedagógicas permitirán y potenciarán la acción infantil, estimulando las conductas exploratorias e indagatorias.”

Como ejemplo de propuestas centradas en la búsqueda de información encontramos la titulada “los tiburones muerden”, de Ontiveros (2007). Dicha propuesta surgió tras comentar un alumno que había visto tiburones, mientras que otro añadió que los tiburones muerden. El maestro aprovechó para mostrar una revista de submarinismo en el aula y para pedir colaboración a la familia. Las familias aportaron cuentos, juegos, enciclopedias y documentales en DVD; de estos últimos se obtuvo información diversa aparte de la que aportaron los submarinistas que visitaron el centro.

La propuesta de Dalmau (2013) es un buen ejemplo de cómo se trabaja con preguntas, emisión de conjeturas y resolución de problemas. La montaña del Canigó se puede observar desde la escuela de Borrassà y fue el centro de atención de estudiantes y maestra. Ella se encargó de plantear preguntas sobre la nieve que había en la montaña o la niebla que la tapaba. Se preguntó a dónde iba el agua de la nieve que se deshacía, cómo podían hacer para que bajara el agua o cómo podían hacer para retener el agua. Esas preguntas dieron lugar a muchas comprobaciones; por ejemplo, se probaron diversos materiales (tela, papel celofán, plástico) para construir con ellos un pantano.

Respecto al papel del profesorado en todas las propuestas se observó que en todas las propuestas actuaba como guía y no como mero transmisor del conocimiento. Esta opción es la más adecuada no sólo para esta área de conocimiento sino también para el resto.

CONCLUSIONES

La revisión realizada permite un acercamiento a la realidad de las ciencias en el aula de Educación Infantil, porque son propuestas implementadas y divulgadas por el profesorado responsable de ellas, pero entendemos que las ciencias pueden estar más difundidas de lo que pudiera apreciarse en nuestros resultados. Sin embargo, no somos especialmente optimistas dado que la tendencia no es esta en otros países. No obstante, este estudio debería complementarse con entrevistas al profesorado para conocer de primera mano esa realidad.

La escasez de propuestas de ciencias observadas hace que nos planteemos la importante tarea que debemos desempeñar en la formación inicial del profesorado, para formar no solo en cómo tratar las ciencias en esta etapa sino también en la necesidad y las ventajas de introducirlas.

Como se ha indicado en la introducción, la falta de autoconfianza o la escasez de materiales son argumentos que se han dado para explicar la escasa presencia en las ciencias en esta etapa. Ambas dificultades podrían remediarse con una adecuada formación permanente del profesorado en activo. Sería deseable la existencia de equipos de trabajo formados por profesorado de Universidad y de Educación Infantil que permitiese un intercambio y aprendizaje conjunto.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, P., Krutzaga, O., Pérez, E., y Trigo, C. (2005). Los caracoles. *In-fan-cia. Educar de 0 a 6 años*, 89, 16-19.
- Benarroch, A. (2010). La investigación en la didáctica de las ciencias experimentales en las etapas educativas de Infantil y Primaria. En A. A. Abril y A. Quesada (Coord.), XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, (pp. 32-52). Baeza: Jaen.
- Dalmau, F. (2013). ¿A dónde va la nieve del Canigó? *In-fan-cia. Educar de 0 a 6 años*, 141, 24-29.
- Erden, F. T. y Sönmez, S. (2011). Study of Turkish Preschool Teachers' attitudes toward science teaching. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1149-1168.
- Escuela Infantil Lola Anglada. (2008). De líquido a sólido. La transformación del agua. *In-fan-cia. Educar de 0 a 6 años*, 108, 19-23.
- French, L. (2004). Science as the center of a coherent, integrated early childhood curriculum. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 138-149.
- García, D., y Martínez, E. (2011). Un submarino sumergido en la ciencia. *In-fan-cia. Educar de 0 a 6 años*, 129, 17-21.
- García, M., y Domínguez, R. (2011). *La enseñanza de las ciencias naturales en el Nivel Inicial. Propuestas de enseñanza y aprendizaje*. Santa Fe (Argentina): Homo Sapiens Ediciones.
- Garrido Romero, J. M., y Galdón Delgado, M. (2003). *Ciencias de la Naturaleza y su didáctica*. Granada: Grupo Editorial Universitario.
- Gelman, R., y Brenneman, K. (2004). Science learning Pathways for young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 150-158.

Klein, E. R., Hammrich, P. L., Bloom, S., y Ragins, A. (2000). Language development and science inquiry: The Head Start on Science and Communication program. *Early Childhood Research and Practice*, 2, 1–22.

Lloret, A. (2014). *Análisis comparativo del tratamiento de las Ciencias Experimentales en diferentes editoriales de Educación Infantil*. (Trabajo Final de Grado inédito). Universidad de Granada, Granada.

Madeiras, T. (2004). Haciendo descubrimientos y ampliando conocimientos. *In-fan-cia. Educar de 0 a 6 años*, 86, 16-19.

Mantzicopoulos, P., Patrick, H., y Samarapungavan, A. (2008). Young children's motivational beliefs about learning science. *Early Childhood Research Quarterly* 23, 378-394.

Martínez, J. P. (2011). La física cotidiana. ¿Cuál cae más rápido? ¿cuál llega más lejos? *In-fan-cia. Educar de 0 a 6 años*, 126, 20-22.

Nayfeld, I., Brenneman, K., y Gelman, R. (2011). Science in the classroom: Finding a balance between autonomous exploration and teacher-led instruction in preschool settings. *Early Education and Development*, 22, 970–988.

Ontiveros, E. (2007). Los tiburones muerden. *In-fan-cia. Educar de 0 a 6 años*, 102, 29-33.

Price, L. H., Bradley, B. A., y Smith, J. M. (2012). A comparison of preschool teachers' talk during storybook and information book read-alouds. *Early Childhood Research Quarterly*, 27, 426–440.

La alimentación en los medios de comunicación escritos

Álvarez, M. V., Quílez, M. J., Carrasquer, J.

Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza.

valvarez@unizar.es

RESUMEN

En la sociedad actual, los medios de comunicación tienen un papel fundamental en la educación de la ciudadanía. En este estudio, hemos analizado artículos de cuatro periódicos editados en papel y relacionados con temas de alimentación y nutrición; han sido un total de cuatrocientas setenta y nueve noticias publicadas entre 2005 y 2012. Los elegidos fueron, *El País*, *Heraldo de Aragón*, *Periódico de Aragón* y *Diario de Teruel*. Observamos que los medios de comunicación publican, en general, noticias sobre alimentación que tienen que ver con los contenidos dudas y problemas que preocupan a la población en general y a los expertos en particular. Hemos pretendido demostrar que la prensa publica bastantes de estas noticias, pero no se hace suficiente eco de aspectos científicos y educativos relacionados con la dieta. Asimismo, pensamos que los contenidos más habituales, relacionados con este tema están tratados con planteamientos sensacionalistas y carecen de fundamentos científicos.

Palabras clave

Noticias de prensa, alimentación, dieta, programas educativos, obesidad.

INTRODUCCIÓN

En el trabajo se parte del supuesto de que los artículos aparecidos en los medios de comunicación, relacionados con la alimentación, de forma general son de interés para la población y más concretamente para determinados colectivos como pueden ser los relacionados con la educación; también que pueden ser una buena herramienta para trabajar conceptos de *Educación para la Salud* en el aula.

Últimamente aparecen noticias que se hacen eco de la problemática a nivel mundial pero especialmente a nivel europeo y de España, en relación con el incremento de la obesidad y el sobrepeso, circunstancia que va en aumento y que afecta a determinadas capas de la sociedad pero especialmente a niños/as y jóvenes. Es también paradójico que todos los programas educativos puestos en marcha en los últimos diez años por las distintas Administraciones no hayan sido capaces de frenar este avance, tal como muestran los datos de los últimos estudios de población como el proyecto *Aladino* (Ministerio de Sanidad Política Social e Igualdad, 2011).

Por esta razón, en este trabajo se ha considerado interesante tener en cuenta tanto los estudios de población como los programas educativos iniciados por la Administración. Desde el año 2005 con la implantación de la Estrategia NAOS, comenzó una fuerte inversión económica y una apuesta clara por la *Educación para la Salud* en las aulas mediante la elaboración de multitud de materiales didácticos y programando infinidad de actividades. Estos programas, con una amplia repercusión social, fueron dirigidos a

educadores, sanitarios, padres y madres, medios de comunicación y a los empresarios entre otros colectivos.

El conocimiento de estos programas es fundamental para interpretar aspectos que sobre ellos aparecían en las noticias de prensa. En este sentido y siendo conscientes que solo la educación es capaz de cambiar hábitos, hemos analizado las noticias de prensa para saber qué ideas transmiten sobre el hecho voluntario y necesario de alimentarnos cada día.

Nos interesaba saber si las noticias de los periódicos reforzaban, en menor o mayor medida, los problemas que intentaban subsanar los programas educativos y los avances de los programas científicos y si las mismas reflejaban la problemática social en relación con estos contenidos. Nuestras preguntas fueron, ¿cuáles eran las noticias?, ¿tenían que ver con el principal problema de la sociedad de la abundancia, que es la obesidad y el sobrepeso?, ¿o con la obsesión de un cuerpo perfecto?, ¿o con las enfermedades relacionadas con la dieta desequilibrada?, ¿o con la preocupación de conseguir la dieta perfecta?, ¿o con los alimentos milagrosos? Asimismo nos planteamos dos cuestiones; por un lado pensábamos que la prensa escrita acercaba al ciudadano noticias de alimentación, pero que incluían pocos contenidos científicos y educativos relacionados con la dieta; y por otro, que la mayor parte de las noticias de prensa, eran sensacionalistas y carecían de base científica.

MARCO TEÓRICO

Debemos puntualizar que aunque en este trabajo, hablemos en general de la investigación periodística, nos hemos ceñido a la divulgación científica más que al periodismo científico, especialidad esta última, que no afecta a las noticias de los cuatro diarios que hemos analizado para este trabajo, ya que la mayor parte de las noticias encontradas son de divulgación científica y no están realizadas por periodistas científicos especializados en esta materia. El término *periodismo* deriva etimológicamente de *período*, término acuñado a finales del siglo XV a partir de la palabra griega *periodos*, que significa *revolución de los astros*. Por otro lado el término *periódico* existe desde 1737 y el de *periodismo* no se incorporó al idioma hasta 1844; este último no es incluido en el diccionario académico hasta 1869. Por otro lado el adjetivo *científico* parece acuñarse en 1834 en la revista inglesa *Quarterly Review*, que informaba de las dificultades que impedían a la *Asociación Británica para el Avance de la Ciencia* para encontrar un término aplicable a todos los estudiosos de las diferentes disciplinas científicas. Así el término *científico* excluía ya la idea de *filosofía natural* y del cultivo de la sabiduría por afición y consideraba la especialización del conocimiento y por tanto, la creación de lenguajes exclusivos para cada rama del saber (Fernández Muerza, 2004).

La divulgación científica no entra en contradicción con el periodismo científico ya que se nutre en parte de él, pero es más amplia más difusa y en algunos casos, no tan concisa, pero cumple sin ninguna duda un papel importante en la sociedad, ya que debe llegar a un público que no es científico, por lo que los contenidos deben de ser claros y asequibles, para el sector de la población a la que va dirigida.

También es preciso considerar, en el ámbito de la divulgación científica, las últimas corrientes de opinión acerca de la denominada *diseminación de conocimientos científicos*, en la que se presentan los aspectos negativos de determinados modelos o planteamientos de la divulgación (Vara, 2012).

Esta investigación está enmarcada en las teorías constructivistas por lo que en ella ha estado implícito el cuerpo de conocimientos generado en los últimos años acerca de la enseñanza de los contenidos académicos sobre alimentación y nutrición. Aquellos que

tienen relación con los problemas de aprendizaje (Banet y Núñez, 1996), o acerca de la utilización de la prensa en las aulas (Jiménez-Liso, Hernández-Villalobos y Lapetina, 2010), o sobre la transmisión e interpretación de los contenidos vista desde la Transposición Didáctica (Johsua y Dupin, 1993), entre otros.

MÉTODO DE TRABAJO

Nuestro método de trabajo se ha fundamentado en el análisis cualitativo (Miles y Huberman, 1994; Rodríguez, Gil y García, 1995).

La herramienta elegida, las Redes Sistémicas, son un método de organización de datos, una propuesta para analizar datos cualitativos que pueden obtenerse a través de cuestionarios, observaciones, entrevistas etc. Fueron propuestas por Bliss y colaboradores en 1983.

Este método deriva de la lingüística sistémica y según estos autores la lingüística sistémica está interesada en la descripción y representación del significado y de los recursos semánticos del lenguaje (Bliss, Monk y Ogborn, 1983). Las mismas palabras pueden encerrar significados distintos dependiendo del contexto analizado, para construir las Redes Sistémicas hay que organizar leer y releer los datos hasta dar con un esquema que abarque la mayoría de los datos que queremos analizar. Las Redes Sistémicas contienen mucha información. Se deben conocer en profundidad los conceptos y/o procedimientos a los que hace referencia y a la investigación que se ha hecho sobre ellos. Según estos autores se debe idear una estructura que sea visualmente rica y ponga de manifiesto los aspectos más relevantes (Jorba y Sanmartí, 1996).

Cada noticia se analizó mediante una plantilla en la que se identificó su contenido con una serie de palabras claves y descriptores, que sirvieron posteriormente para la elaboración de Redes Sistémicas (Systemic Networks) anuales, un total de siete Redes Sistémicas, permitieron categorizar las noticias y extraer conclusiones, no solamente de su contenido, sino también de su evolución en función de la aparición de nuevas legislaciones, crisis sociales relacionadas con la temática del trabajo, problemas sanitarios concretos y otras variables.

Se recopilaron cuatrocientas setenta y nueve noticias entre los años 2005 y 2012. Buscamos en todo momento su relación con la educación. De cada una de ellas se cumplimentó una ficha, figura 1, con la información básica para referenciarla.

La elección de los periódicos se hizo teniendo en cuenta los de mayor tirada en el mercado. Los seleccionados fueron, uno de ámbito nacional, *El País*, dos de ámbito autonómico, *El Heraldo de Aragón* y *El Periódico de Aragón* y el cuarto de ámbito local, *El Diario de Teruel*. Otro campo importante de la ficha cumplimentada fueron los *descriptores*, palabras que definieron el contenido y definición de la noticia. Informan del sentido, de la temática y el objetivo final que perseguía.

La figura 1, muestra el proceso y un ejemplo de ficha elaborada, después, partiendo de cada noticia, se elaboraron siete Redes Sistémicas, una para cada año; en la figura 2 se muestra el esquema general. Las noticias se fueron clasificando en temática social, científica y educativa, pensando que con estos tres campos se abarcaría la mayor cantidad de contenidos de todas las noticias y porque estos tres campos eran nuestra hipótesis de partida.

Una de las mayores dificultades con la que nos encontramos fue la clasificación de cada noticia en los apartados de *divulgativa-sensacionalista*, *divulgativa-cultural-científica* y *educativa-didáctica*. Esta clasificación fue una decisión difícil, porque ni en la

bibliografía consultada, sobre periodismo de divulgación y periodismo científico (Ruiz de Elvira, 1990; Calvo Hernando, 1999; Calsamiglia y Tusón, 1999; Dimopoulos y Koulaidis, 2003; Moreno Castro, 2003; Fernández Muerza, 2004) ni en diversas conversaciones con periodistas interesados en estos contenidos, se encontró una razón objetiva, más allá de la propia experiencia, para hacer esta taxonomía. Se contrastó con los compañeros/as del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Zaragoza y finalmente se elaboró el modelo de ficha definitiva.

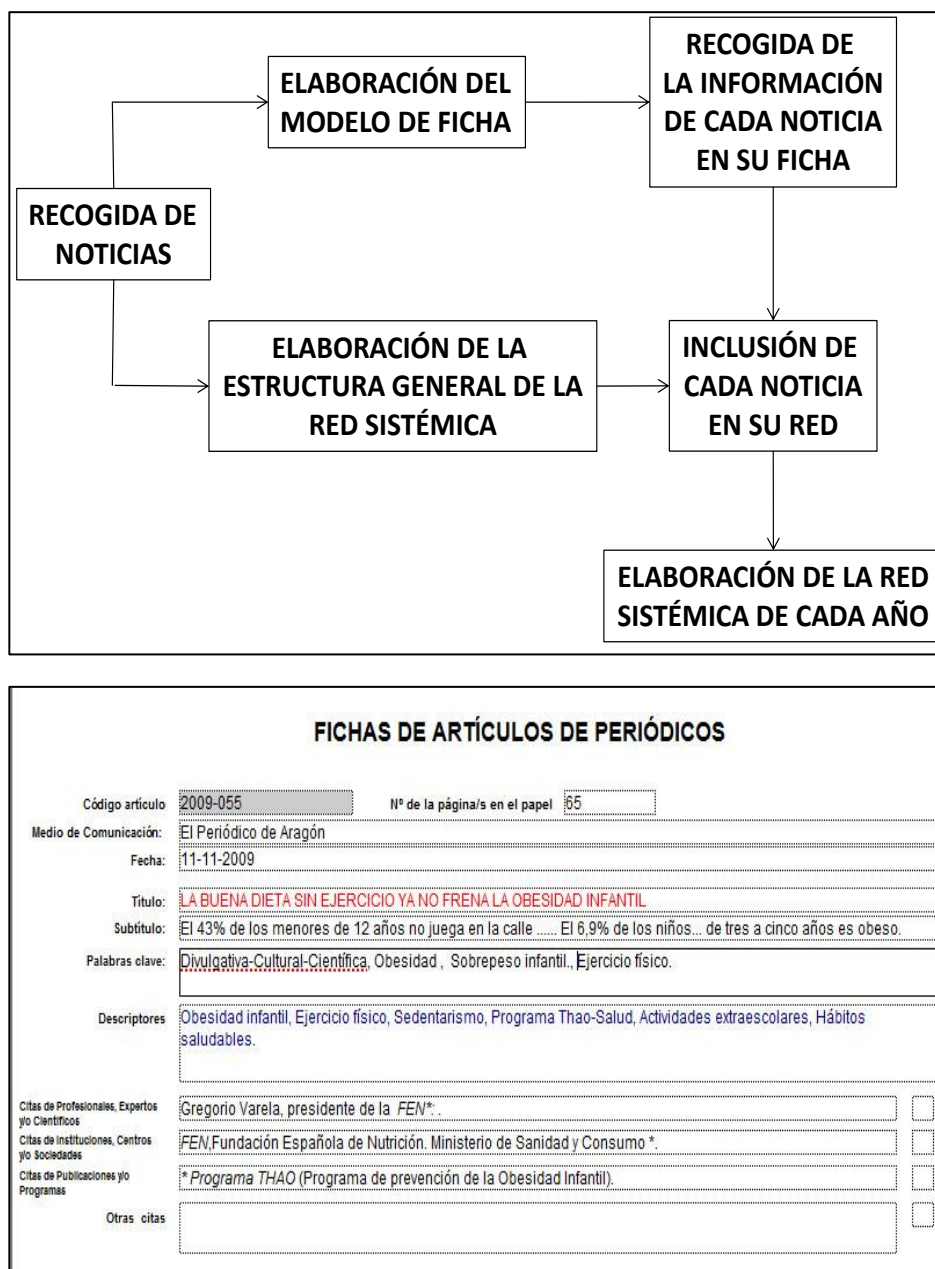


Figura 1. Esquema del proceso seguido para la elaboración de Fichas y Redes Sistémicas y ejemplo de una ficha

Cada noticia se incluyó en uno de los tres posibles grupos de noticias: *divulgativa-cultural-científica*, *educativa-didáctica* y *divulgativas-sensacionalistas*.

Como noticias *divulgativas-culturales-científicas* se clasificaron aquellas en las que su contenido hacía referencia a trabajos de investigación científica y se consideró que

estaban suficientemente documentadas y avaladas por estudios de científicos y/o expertos de reconocido prestigio.

Como noticias *educativas-didácticas*, se clasificaron aquellas que a través de su mensaje, transmitían un contenido didáctico, educativo, a veces incluso de aplicación directa en el aula, proponiendo actividades y siempre con un objetivo claro de cambio en las competencias conceptuales procedimentales y actitudinales de los estudiantes. Muchas de estas noticias están relacionadas con los programas educativos puestos en marcha por las Administraciones correspondientes.

Según Sureda (1990) la educación se puede clasificar en educación formal, no formal, e informal, y los medios de comunicación juegan un papel importante en cada una de ellas. La *educación formal* sería aquella establecida por los responsables del Sistema Educativo; la *no formal* aquella que tiene implícitos objetivos educativos pero que está programada desde fuera del Sistema Educativo; y la *informal* que incluiría aquellas actuaciones que no tienen objetivos educativos pero influyen en la formación de los ciudadanos.

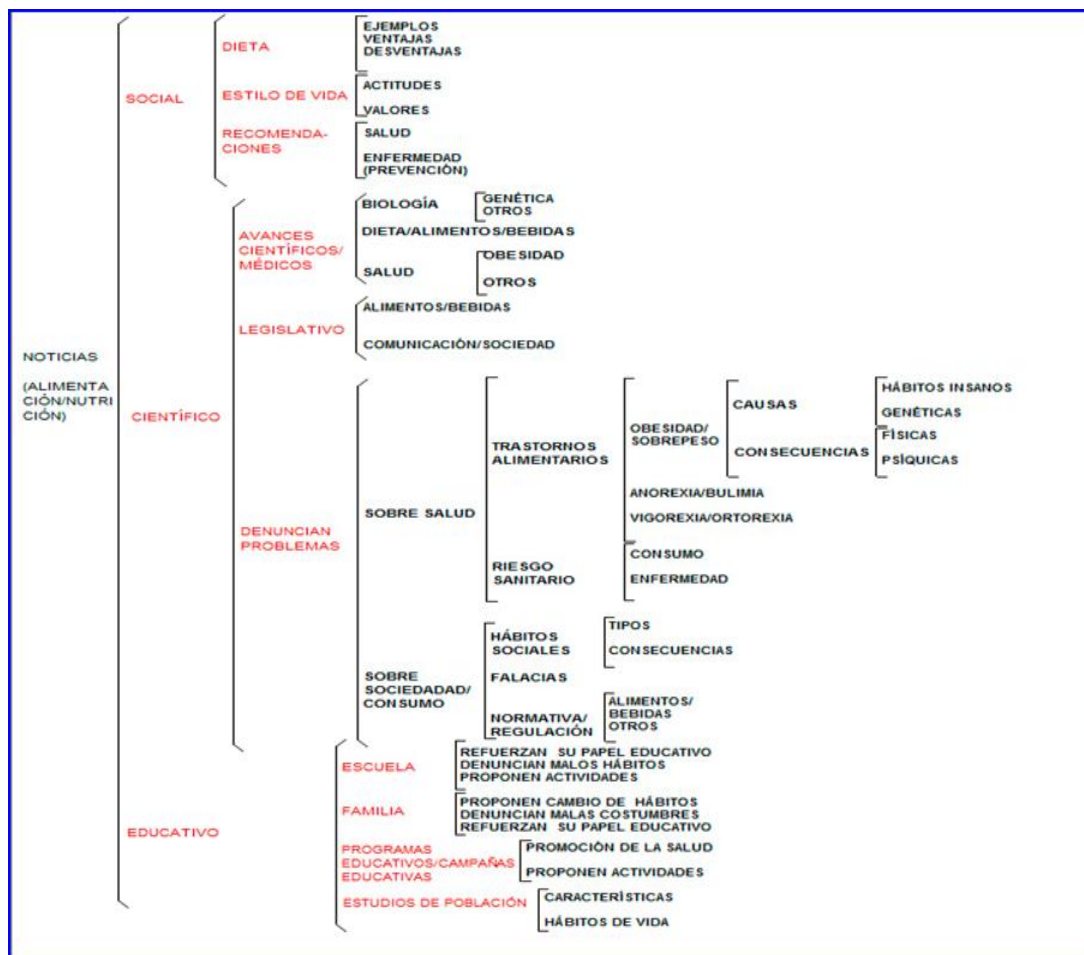


Figura 2 . Esquema general de la Red Sistémica

Por último como *noticias divulgativas-sensacionalistas* clasificamos (teniendo en cuenta que todas las noticias son en parte sensacionalistas porque intentan impactar y llegar al público), aquellas que claramente, transmitían noticias alarmantes con el único objetivo de aumentar la difusión del periódico y por lo tanto las ganancias. En la mayoría de los casos, información carente del más mínimo rigor científico.

Pero aunque esta taxonomía utilizada fue necesaria para tener una primera orientación del tipo de noticias que aparecían, es importante poner de manifiesto que no condicionó la elaboración de las Redes Sistémicas, herramienta fundamental en el desarrollo posterior del trabajo (figura 2), en la que jugaron un papel esencial los descriptores encontrados para cada noticia. Las Redes han sido la herramienta para organizar los datos obtenidos a través de las fichas elaboradas con todas las noticias recopiladas. En nuestro caso la elaboración de la Red Sistémica, figura 2, se consiguió, después de varios intentos y asesoramiento con compañeros/as del Dpto. de Didáctica de las CC. Experimentales.

Así con todos los datos recogidos, intentamos abarcar una red lo más amplia posible que recogiese la información acorde con los requisitos y con los objetivos de nuestro trabajo. En el trabajo tuvimos en cuenta los descriptores más repetidos, para partir de los conceptos más generales e inclusivos, así de los dos mil seiscientos sesenta y ocho descriptores de las cuatrocientas setenta y nueve noticias el más repetido fue *dieta*, seguido de *obesidad* y/o *sobrepeso*.

CONCLUSIONES Y RESULTADOS

Como conclusiones generales de la investigación se puede afirmar que las noticias aparecidas en los diversos medios estudiados son similares en su contenido, no influyendo, ni el periódico, ni el ámbito geográfico al que van dirigidos.

Las noticias sobre alimentación y nutrición están bien representadas ya que durante los ocho años investigados todas las semanas aparecen varias, en cada periódico. La prensa recoge, a lo largo de estos años, abundantes demandas sociales, tales como la mejora en el etiquetado o que la legislación sea más restrictiva con determinados alimentos considerados engañosos. Otros asuntos tratados a menudo, son los relacionados con las empresas o productos de *comida rápida*.

Respecto a las hipótesis de partida, las noticias sí trataban abundantemente sobre alimentación y nutrición, sin embargo en contra de la idea inicial también aparecieron muchas noticias de prensa que trataban contenidos relativos a los aspectos científicos y educativos. Sobre cómo y de qué contenidos informaban las noticias relativas a estos aspectos, las palabras que definieron los mensajes habituales, de los dos mil seiscientos sesenta y ocho descriptores, fueron los más repetidos, *dieta*, *obesidad* y *sobrepeso*.

En el aspecto educativo, a lo largo de todos los años, las noticias de prensa han llevado a la sociedad en general, a la escuela y a la familia en particular, recomendaciones para tener una vida más sana y educar en valores.

Sobre la idea de que los medios presentaban las noticias comúnmente de forma sensacionalista se concluye que efectivamente sí aparecen algunas sin rigor científico, pero en menor medida de las que inicialmente se preveían y además en ocasiones con críticas y las mismas noticias dan argumentos que rebaten este tipo de planteamientos.

Por otro lado, hemos observado a lo largo de nuestro estudio, que en general las noticias de prensa intentan informar a los ciudadanos con un lenguaje sencillo y fácil de entender, aunque no siempre es así. Pero es justo decir, que salvo excepciones, en las noticias analizadas en este trabajo, el lenguaje utilizado es reflexivo y claro. La veracidad con la que los periodistas hagan llegar la información a la sociedad dependerá de su cultura general, de su formación científica y del lenguaje utilizado para transmitir los contenidos a los ciudadanos.

Concluimos que en el caso de las noticias analizadas en este trabajo, la utilización de un lenguaje adecuado se cumple solo en parte. Es decir, dependiendo de los contenidos de

los que tratan las noticias, el lenguaje es más o menos oportuno para que el lector los comprenda. Cuando se trata de noticias en las que se destacan falacias, el lenguaje es sensacionalista y poco creíble; por ejemplo las noticias que hablan de *alimentos mágicos* o de *dietas milagro* y sus bondades.

Sin embargo en las noticias sobre aspectos científicos, el lenguaje utilizado, es más correcto, principalmente porque en la mayoría de las ocasiones, han tomado las palabras directamente de las publicaciones científicas de referencia o de las entrevistas realizadas a los propios investigadores. En las noticias referentes a normativas legales, el lenguaje es sencillo y fácil de comprender, ya que transcriben habitualmente fragmentos de la propia ley, los aspectos que más afectan al ciudadano medio.

Según las noticias es un hecho incuestionable que esta epidemia, la del aumento de peso, generalizada en toda la población y muy especialmente de los niños/as y jóvenes de los países del primer mundo, no es un problema exclusivamente de España ya que en todos los países europeos y en EEUU, es un problema constante, que solo se puede prevenir con la educación, que es el único camino para un cambio, que debe reconducir unos hábitos que se han ido alejando de la *vida saludable* y particularmente de la *dieta mediterránea*.

Desde nuestro punto de vista, este problema, debe ser abordado de forma conjunta con todos los implicados. Una acción conjunta que debe realizarse a través de todos los medios a nuestro alcance. No debemos olvidar que en este momento, internet y las redes sociales bien utilizadas, pueden jugar un papel importante para trabajar globalmente este problema. A lo largo de todos los años las noticias, de forma explícita o implícita, destacaban la idea de que toda la sociedad debe trabajar en una misma línea para que el cambio social se produzca, como sucedió por ejemplo con el consumo del tabaco. Las noticias insistían en que mientras no tomemos conciencia social de forma colectiva, de este problema, la solución es complicada. Hay muchas noticias que hablaban de los programas educativos puestos en marcha por la Administración a lo largo de estos años, tal como se puede observar en las Redes Sistémicas elaboradas. Podemos afirmar que no hay ningún año en el que no se refieran a algún programa educativo o estudio de población, que en muchos casos son previos para llevar a cabo determinadas campañas.

Para terminar diremos que las noticias de prensa, nos han ayudado a trabajar en el temas de alimentación y nutrición y a través de ellas hemos reflexionado sobre que el hecho de alimentarse y de llevar un *estilo de vida sano* no puede variarse de manera repentina, es lento y complicado, solo con la educación en el ámbito familiar y con la ayuda de toda la sociedad se podrán conseguir algunos cambios, difíciles pero necesarios e imprescindibles para encarar la epidemia de la obesidad y ayudar a nuestros niños/as y jóvenes a llevar un estilo de vida más saludable.

AGRADECIMIENTOS

Los autores forman parte del Grupo Beagle de Investigación de Didáctica de las Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza, financiado por el Gobierno de Aragón y el Fondo Social Europeo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banet, E. y Núñez, F. (1996). Actividades en el aula para la reestructuración de ideas: un ejemplo relacionado con la nutrición humana. *Investigación en la Escuela*, 28, 37-58.

- Bliss, J., Monk, M. y Ogborn, J. (1983). *Qualitative data analysis for educational research*. London: Croom Helm.
- Calsamiglia, H y Tusón, A. (1999). *Las cosas del decir. Manual de análisis del discurso*. Barcelona: Editorial Ariel.
- Calvo Hernando M. (1999). *La ciencia como material informativo. Relaciones entre el conocimiento y la comunicación, en beneficio del individuo y de la sociedad*. (Tesis doctoral). Facultad de Ciencias de la Información, Universidad de San Pablo/CEU, Madrid.
- Dimopoulos, K. y Koulaidis, V. (2003). Science and technology Education and Citizenship: The potential role of the press. *Science Education*, 87, 241-256.
- Fernández Muerza A. (2004). *El estudio del periodismo de información científica en la prensa de referencia: el caso español a partir de un análisis comparativo*. (Tesis doctoral). Universidad del País Vasco.
- Jiménez-Liso, M., Hernández-Villalobos, L. y Lapetina, J. (2010). Dificultades y propuestas para utilizar las noticias científicas de la prensa en el aula de ciencias. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de Ciencias*, 7(1), 107-126
- Johsua, S. y Dupin, J.J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris: PUF.
- Jorba J. y Sanmartí N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Miles, M. y Huberman, A. (1994). *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook*. California: Newbury Park.
- Ministerio de Sanidad Política Social e Igualdad (2011). *Estudio de prevalencia de Obesidad Infantil, ALADINO*. Estrategia NAOS. Madrid: Ministerio de Sanidad Política Social e Igualdad.
- Moreno Castro C. (2003). La investigación universitaria en periodismo científico. *Ámbitos*, 9-10, 121-141. Sevilla: Universidad de Sevilla, Departamento de Periodismo.
- Rodríguez, G., Gil, J. y García, E. (1995). *Metodología de la Investigación cualitativa*. Málaga: Editorial Aljibe.
- Ruiz de Elvira, M. (1990). *Las fuentes de la noticia en ciencia, La ciencia y la opinión pública*. Madrid: Editorial Arbor.
- Sureda, J. (1990). *Guía de la Educación Ambiental. Fuentes documentales y conceptos básicos*. Barcelona: Anthropos, Editorial del Hombre.
- Vara, A. M. (2012). Cuando saber menos es mejor que saber más: reflexiones en torno a los límites en la producción y diseminación del conocimiento. *Fundamentos en Humanidades*, II (26), 15-28.

¿Cómo llevar a cabo una metodología alternativa en un contexto educativo complejo?: una experiencia didáctica desde las 3000 viviendas

Belmonte, M. R., Morón-Monge, H.

*Departamento Ciencias para la Vida, I.E.S. Antonio Domínguez Ortiz. Sevilla.
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla.*

hmoron@us.es

RESUMEN

El presente trabajo describe cómo un grupo de profesores/as de secundaria del área de las Ciencias Naturales llevan a cabo una propuesta didáctica innovadora en un contexto educativo complejo como es el conocido barrio de “las tres mil viviendas” de Sevilla capital. Al tener el centro este contexto particular, las áreas de Matemáticas y Ciencias Naturales son trabajadas de forma conjunta (en el Ámbito Científico-tecnológico) y con doble docencia en el aula en algunas de las horas de la semana. Es por ello, que se describe el diseño de una propuesta didáctica para el ámbito integrado de Ciencias y Matemáticas de 2º de la ESO, así como los resultados obtenidos hasta la fecha de su implementación en el aula.

Palabras clave

Contexto educativo complejo, secundaria obligatoria, innovación educativa, ámbito científico-tecnológico, propuesta didáctica.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende describir una experiencia didáctica “innovadora” que se está llevando a cabo para el curso 2º de la ESO desde el ámbito Científico-Tecnológico (integración de las áreas Matemáticas y Ciencias Naturales). Por innovar entendemos (dentro del contexto en el que nos situamos) aquella propuesta educativa que se caracteriza por ser adaptada atendiendo a una realidad muy particular y compleja, tal y como describiremos a continuación. Es por ello, que lo que podría ser innovador para un contexto determinado, no sería igual para otro contexto bien distinto (con necesidades diferentes, disponibilidad de recursos, cultura o filosofía educativa del centro, etc.).

La propuesta educativa que se diseña e implementa ha sido llevada a cabo en un centro de Educación Secundaria Obligatoria, situado en una zona periférica y marginal de Sevilla, dentro del área conocida como El Polígono Sur o “Las Tres Mil Viviendas”.

Nuestro alumnado de secundaria obligatoria proviene íntegramente de esta zona de Sevilla, un barrio de 50000 habitantes aproximadamente que se ha ido poblando de familias gitanas realojadas desde otras zonas de Andalucía y fuera de ésta, como Madrid y Portugal además de las familias que vivían en chabolas en la periferia de la ciudad.

Esta población se caracteriza por tener un nivel socioeducativo muy bajo y poca o nula conciencia de la importancia de la educación y la formación para la mejora de la situación económica y social familiar. Son familias que no tienen como prioridad la educación de sus hijos y, por ende, que finalicen la etapa de la educación secundaria obligatoria, que asistan a la escuela de forma regular o que simplemente traigan un material mínimo escolar para trabajar en el aula. Es este el perfil sociocultural el que principalmente nutre de alumnado nuestro centro de secundaria obligatoria. Esto hace que el nivel de apatía de nuestro alumnado sea muy grande, que el nivel de absentismo sea alarmante y que los casos de interrupción en el aula se eleven muy por encima de lo normalmente establecido en otros centros. Otra característica que identifica a nuestro alumnado, es el gran desfase curricular que presentan. Éste es propiciado principalmente por la falta de asistencia a la escuela primaria, puesto que no creen necesaria la formación para subsistir en la sociedad del mañana. Además, tienen elevada desconfianza y rechazo al mundo que no esté relacionado con su cultura gitana y nula cultura del esfuerzo y falta total de autonomía.

Por todo ello, se hace necesario desde el centro invertir esta situación con recursos que hagan aumentar su motivación, acercar el currículo a su nivel con adaptaciones que puedan verlas asumibles, aplicar metodologías alternativas que enganchen con este alumnado tan “especial” y crear materiales atractivos y que cubran simultáneamente sus necesidades de aprendizaje en estos niveles.

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Contexto de la propuesta didáctica

Como ya hemos expuesto anteriormente esta experiencia didáctica surge de la necesidad de integrar el contenido del área de Ciencias Naturales con el área de las Matemáticas para las tres líneas de 2º de la ESO de nuestro IES, con el objetivo de dar respuesta a las necesidades educativas de nuestra realidad. Es por ello, que dicha propuesta se caracteriza por ser lo más adaptada y flexible posible al alumnado tan particular con el que trabajamos.

Cuando hablamos de adaptadas e innovadoras en nuestro contexto, hacemos referencia, por un lado, a la necesidad de ir poco a poco aplicando en el aula formas de trabajo alternativas a modelos educativos tradicionales y magistrales hacia otras más democráticas, participativas, cooperativas y autónomas del alumnado (García Díaz, 2000). Sin embargo, para ir acercándonos a otros modelos educativos más alternativos, es conveniente que se siga trabajando con el alumnado unas pautas mínimas de comportamiento y trabajo (recogidas en la comunicación: “¿*Qué hace una profesora como tú en un sitio como este?...*”). Por otro lado, y más concretamente las propuestas didácticas diseñadas pretenden responder a las siguientes carencias y actitudes del alumno detectadas hacia los procesos de E-A: la escasa empatía (la necesidad de socialización, la necesidad de comunicación, la necesidad de convivencia, las carencias en gestión de grupos y la resolución de conflictos de forma pacífica) y falta de motivación intrínseca por el aprendizaje individual.

Como respuesta a esta situación, se elimina el concepto de materias como departamentos estancos, hacia otra forma de enseñar más interdisciplinar que contemple la necesidad de una relación más estrecha entre el profesorado de las distintas materias. Asimismo, como fortalezas de esta sinergia interdepartamental se fomenta, la toma de conciencia del trabajo en equipo entre el profesorado y la riqueza tanto creativa como de diversidad de perspectivas educativas. Otros aspectos ventajosos de trabajar desde la integración de ambas áreas es que: facilita el tránsito de Primaria a Secundaria; posibilita un mayor

seguimiento académico; favorece una mayor transversalidad y adaptación al contexto en las asignaturas; y concede mayor flexibilidad en el uso de los tiempos, permitiendo introducir con mayor comodidad metodologías como el trabajo cooperativo y el aprendizaje basado en proyectos.

Fases del diseño de la propuesta

Para trabajar de forma integrada ambas áreas (Matemáticas y Ciencias Naturales) antes de pasar al diseño e implementación de la propuesta, se llevaron a cabo distintas actividades previas que son recogidas en las siguientes fases de la experiencia (figura 1):

- Formación inicial: creación de grupos de trabajo, cursos con seguimientos desde el CEP, cursos de formación específicos en la temática, etc.
- Secuenciación justificada de los contenidos a trabajar de las distintas materias.
- Selección común de contenidos por temas.
- Asignación de las secuencias didácticas o propuestas educativas por parejas de cada especialidad (Profesor/a del área de Matemáticas y Ciencias Naturales).
- Diseño de las propuestas didácticas y puesta en común en el departamento de cada área.
- Implementación y/o puesta en practica
- Evaluación de los resultados alcanzados durante y al final del proceso. Propuesta de mejoras.

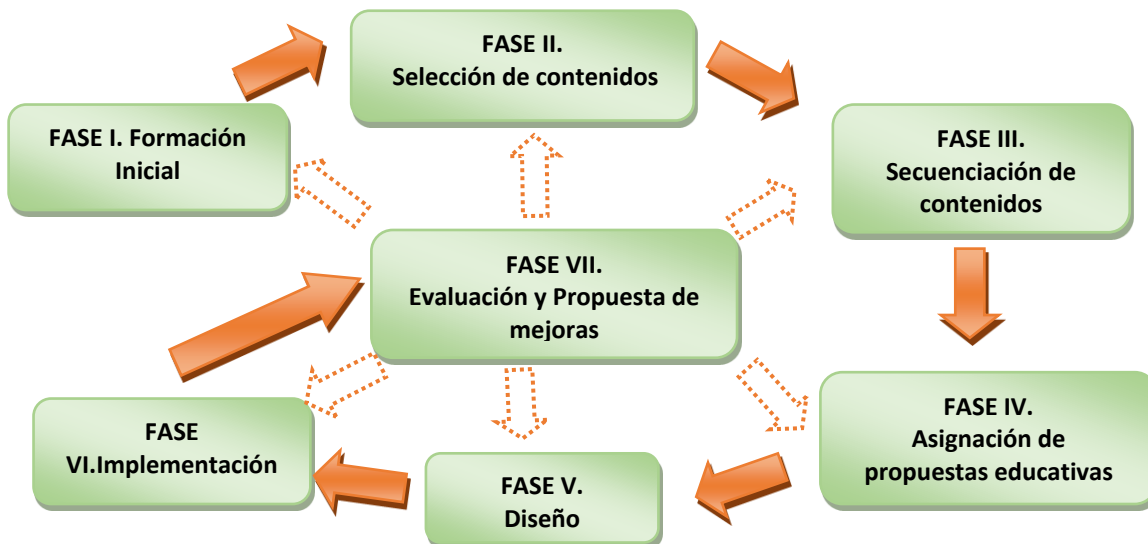


Figura 1: Fases de la propuesta didáctica

Tras la fase VII, se puede reformular y mejorar el diseño y planteamiento de la propuesta didáctica, en la fase o fases que se haya identificado como mejorables y/o necesarias, tal como se reflejan en la figura 1, a partir de las flechas con punteado discontinuo.

El diseño de la propuesta

La finalidad de nuestra propuesta educativa, está enfocada desde el punto de vista de la educación para la sostenibilidad (Novo y Zaragoza, 2006), siendo la de desarrollar actitudes y valores sociales más sostenibles dentro del contexto sociocultural de nuestro

alumnado, así como procedimientos y conocimientos que les permitan resolver cuestiones de su día a día, a partir de la enseñanza integrada de conocimientos científicos-matemáticos. Para ello, el primer paso es que el alumnado se vaya haciendo cada vez más con una dinámica y rutina de trabajo, que implicaría una asistencia regular a clase y la adquisición de unas normas mínimas de trabajo y comportamiento. La motivación es por tanto un aspecto muy importante para conseguir esta finalidad, en consecuencia, las propuestas didácticas deben ser, sencillas, de rápido alcance de los objetivos y sobre todo visualmente muy atractivas.

Creemos que el *formato* de las propuestas educativas es un elemento clave en la motivación de este alumnado, por lo que su elección debe ser: atractiva al adolescente; divertida; de lectura muy fácil; con un título con “gancho”; en color; con un lenguaje cercano y con personaje/s protagonistas de actualidad reconocidos por el alumnado para que sirvan como hilo conductor de su aprendizaje y así poder establecer un vínculo más cercano. De este modo podemos enumerar las principales características que se han tenido en cuenta para el diseño de las propuestas (ver ejemplos figuras 2-7):

- Formato atractivo para el alumnado.
- Uso de las TIC, para pequeñas actividades de investigación por parejas y posterior puesta en común grupal.
- Actividades prácticas integradas de las áreas matemáticas y ciencias naturales.
- Uso de un lenguaje sencillo y cercano al alumnado.
- Actividades que permitan el trabajo cooperativo.
- Hilo conductor con gancho.

Las tareas o actividades de las propuestas didácticas son el factor clave para motivar al alumnado y son el medio a partir del que desarrollamos los procesos de E-A. Las tareas que diseñamos poseen las siguientes características:

- Tareas de *aplicación* de los contenidos teóricos mínimos establecidos previamente desde cada materia, pensando en cubrir lo máximo en un tiempo determinado.
- Tareas donde se use *Internet* para buscar información (bien en textos, imágenes, gráficos, vídeos, etc.).
- Tareas donde realizan, ellos mismos, un *diseño* de material bien soporte informático, bien tradicional como posters, trípticos, maquetas, donde desarrollasen su creatividad y donde tuvieran que gestionar al grupo para crearlas.
- Tareas fundamentalmente de *investigación*, contrastación de información y puesta en común para resolver alguna pequeña problemática planteada.
- Tareas donde tuvieran que *interpretar gráficos* o elaborarlos.
- Tareas de *síntesis de información*, como la realización de esquemas, de resúmenes, de mapas conceptuales, etc.

- Tareas de *exposición oral* para exponerlas al resto de compañeros y compañeras.
- Tareas que no supusieran un grado alto de dificultad.



Figura.2: Formato



Figura 3: Uso de las TIC



Figura 4: Ejercicios integrados

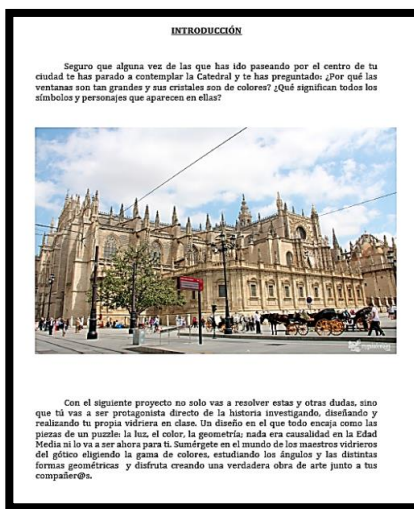


Figura 5: Lenguaje cercano

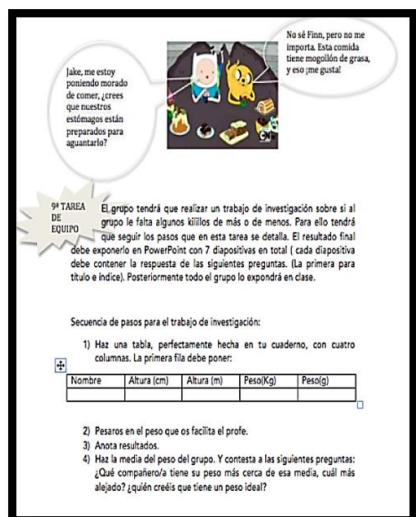


Figura 6: Trabajo grupal

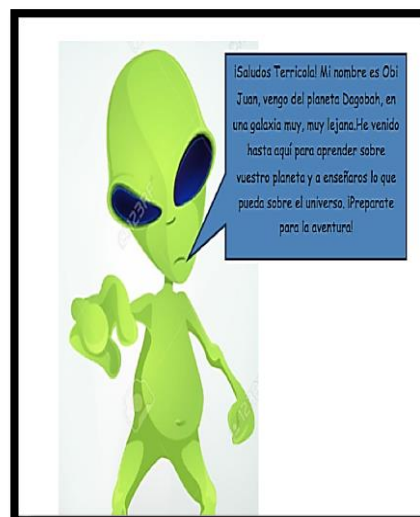


Figura 7: hilo conductor con gancho

IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Tras la puesta en práctica de las distintas propuestas didácticas llevadas a cabo en los tres grupos de 2º de la ESO podemos destacar una serie de logros u objetivos alcanzados, pero también de una serie de dificultades y/o obstáculos.

Objetivos alcanzados

Nuestros humildes logros están relacionados principalmente con aspectos formales del diseño de la propuesta y con la variedad y tipología de las actividades planteadas.

Por un lado, en relación con los aspectos formales, parece que nuestro personaje elegido como hilo conductor de la propuesta, el lenguaje usado y la secuenciación de los contenidos por complejidad, ha permitido que gran parte del alumnado siguiera fácilmente la propuesta didáctica. Además, el hecho de fusionar las matemáticas a partir de problemáticas de índole científico-tecnológica les ha resultado muy atractivo, sobre todo porque han visto la conexión de las matemáticas y las ciencias a partir de problemas reales contextualizados, saldando así las barreras disciplinares y permitiendo una perspectiva más holística y sistémica de la realidad.

Por otro lado, en relación a las actividades tenemos que señalar que logran variedad de actividades propuestas han permitido que el alumno no se aburra y vaya pasando de unas a otras de forma gradual. Muestran mucho interés en las actividades de búsqueda de información por internet, las actividades TIC y las actividades de experimentación. Asimismo, parece que las actividades de análisis de gráficas, elaboración de tablas de datos a partir de información obtenida por ellos mismos son también actividades que les motiva mucho. Otras actividades de síntesis y reflexión como la elaboración de mapas conceptuales, a partir de textos sencillos, y su interpretación ha resultado ser actividades muy entretenidas que han fomentado el debate y discusión al igual que el visionado de imágenes y vídeos.

Dificultades y obstáculos

Las principales dificultades y obstáculos identificados están relacionados, en gran medida, con las actitudes del grupo y el grado de satisfacción de las actividades planteadas.

En cuanto a la actitud del alumnado, se observó inicialmente que cuando se les agrupaba para trabajar en pequeños grupos (4 alumnos/as), estos hablaban de todo menos del trabajo a realizar, al igual que con el uso de Internet. En definitiva, parece que las agrupaciones de 4 son muy numerosas para realizar nuestras tareas con la tipología de alumnado (no sabe respetar la palabra, escuchar al compañero/a, mantener un orden, falta de responsabilidad absoluta, etc.) que trabajamos.

Otra dificultad observada en el alumnado, es la escasa o ninguna autonomía a la hora de seguir las tareas y repartirlas de forma grupal. Por muy cercano que fuera el lenguaje usado y por mucho gancho que tuviera nuestro personaje “enrollado”, los alumnos se pierden muy rápido dispersándose el grupo de trabajo. Esto sucede incluso estando en el aula al mismo tiempo dos profesores, ya que cada grupo parece necesitar a un profesor a su lado para continuar y así finalizar la tarea. En definitiva, se observaba una nula gestión de grupo principalmente por falta de disciplina y organización.

En relación a los vídeos seleccionados, observamos que, a pesar de ser una buena herramienta para fomentar el debate en clase, la duración de los videos (aproximadamente 5 minutos) debía ser más corta para mantener su atención, ya que ellos/as desconectan a los dos minutos. Asimismo, las actividades de síntesis de información con mucho texto producían un efecto de rechazo absoluto porque las consideran repetitivas.

Como ultima dificultad y/o obstáculo identificado, ha sido la duración de las actividades, ya que a pesar de haber seleccionados tareas cortitas, había otras que superaban en tiempo más de una clase o sesión, por lo que si no acudían al instituto al día siguiente cuando enganchaban de nuevo se encontraban muy perdidos.

Propuestas de Mejora

Después de observar las grandes dificultades que tienen para trabajar en grupos de 4, se decidió cambiar las agrupaciones a parejas (de dos en dos), para paulatinamente hacer cada vez agrupaciones mayores hasta cuatro. En este sentido, los alumnos tienden a perderse y desconectar de la clase con bastante rapidez cuando el material ya lo han trabajado con anterioridad, en consecuencia, se decidió incorporar otras actividades que además fueran de carácter individual para reforzar además el trabajo autónomo y para ir adquiriendo hábitos de estudio.

En relación a la extensión de los textos y la dispersión que suponía del grupo, se optó en vez de cortarlos, que se leyeran para toda la clase. De esta forma, entre toda la clase se generaban las preguntas sobre el texto y la síntesis grupal de toda la información, a partir de la construcción de frases cortas que resumieran la información trabajada. De igual manera sucedía con las actividades que eran muy largas o transcurrían en más de una sesión, donde se observaba el abandono de la actividad, por lo que se decidió diseñar actividades más cortas (20 minutos máximo) con resultados inmediatos y muy visibles.

Estas medidas de mejoras para que sean más efectivas y poder mantener al alumnado altamente disruptivo en el aula, fueron acompañadas de otras propuestas o medidas orientadas a motivar constantemente a los alumnos, antes, durante y después de cada sesión y/o realización de la actividad. Es por ello, que las siguientes medidas descritas están encaminadas a alcanzar ese gran reto para los docentes como es el de mantener la motivación constante en el aula:

- Puntuar cada ejercicio realizado con pegatinas en el cuaderno, y se recuerda que cuantas más pegatinas más puntos.

- Felicitar constantemente en público cuando cada alumno va superando dificultades, con frases como: ¡Perfecto!, ¡ves cómo eres capaz!, ¿Qué, pensabas que no sabías eh!!... Además, se pone en el cuaderno una nota de felicitación. En un tablón en el aula, se destaca los nombres de los que trabajan mejor o superan mejor sus dificultades (procurando que todos estén en el tablón y que cada día sean distintos nombres).
- Anotar en una cartulina el porcentaje de éxito de trabajo que se ha tenido en el aula y se dice en voz alta el resultado. (nº de alumnos trabajando/nº de alumnos en el aula).
- Dejar todo el trabajo diario registrado de forma muy visual para el alumno, para que así tenga constancia de lo que se ha ido realizando en el aula, día tras día, sobre todo para aquel gran porcentaje de alumnos que es absentista o asisten de forma irregular.

CONCLUSIONES

Consideramos que diseñar y llevar a cabo cualquier propuesta didáctica que sea significativa para el alumno e innovadora no es una tarea sencilla para ningún docente, ya que trabajar desde una perspectiva metodológica innovadora, por indagación o a partir de las “populares” SSI o controversias socio-científicas (tal y como se recogen en la literatura castellana por Díaz Moreno y Liso, 2011; García-Carmona, Alfonso, Mas, 2012; Morón, 2015 entre otros autores), supone como mínimo para el docente un gran tiempo de reflexión y trabajo previo.

Ante esta situación, el profesor de secundaria se encuentra con el hándicap añadido de su elevado número de docencia diaria y diversidad de niveles educativos y materias que puede impartir por día, lo cual pueden conllevar a que la innovación en secundaria quede reducida a la realización anecdótica, en momentos puntuales, de actividades “más prácticas” o menos convencionales desde las que propongan los libros de texto. A estas circunstancias se le multiplica la problemática añadida que tenemos en nuestro centro: alumnado altamente disruptivo, violento, absentista, sin normas de conductas aparentes y con problemáticas reales más básicas que el aprender ciencias, como es el de la higiene, seguridad, alimentación, etc. Todo ello, sin contar con los escasos recursos logísticos, humanos y didácticos que nos encontramos para nuestra labor docente.

Es por ello, que con este trabajo, no solo queremos dar un poco de “luz” a esta difícil y dura realidad con la que nos encontramos los profesores de contextos educativos complejos a partir de esta propuesta didáctica, sino la de la esperanza y el trabajo en equipo interdepartamental para podernos apoyar y promover un cambio hacia el mundo que queremos, un cambio que comienza con nosotros mismos a través de la unión y el trabajo en equipo:

“sé tú el cambio que quieres ver en el mundo” (Mahatma Gandhi)

BIBLIOGRAFÍA

Díaz Moreno, N., & Jiménez Liso, M. (2011). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 9(1).

García, F.F. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. [Versión electrónica] *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 207.

García-Carmona, A., Alonso, Á. V., Mas, M. A. M. (2012). Comprensión de los estudiantes sobre naturaleza de la ciencia: análisis del estado actual de la cuestión y perspectivas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 30(1), 23-34.

Morón, H. (2015). *¿Qué aporta la Educación patrimonial a la enseñanza de las ciencias experimentales? Un análisis de los libros de texto de ciencias de la naturaleza de ESO*. Tesis doctoral. Universidad de Huelva.

Novo, M., y Zaragoza, F. M. (2006). *El desarrollo sostenible: su dimensión ambiental y educativa*. Pearson.

¹ Este trabajo ha sido realizado gracias a la cooperación conjunta del Departamento de Matemáticas y el Departamento de Ciencias para la Vida, destacamos la labor de Antonio Estrada, Carlos Becerra, Reyes Vega y Marina Román.

Estudio sobre preconceptos de Genética en alumnado de Diversificación Curricular. Análisis del libro de texto mediante matriz DAFO y elaboración de recursos didácticos

Caballero, M., Mingoarranz, M. L., Magaña, M.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense.

lola.caballero@edu.ucm.es

RESUMEN

La Genética está en auge debido a su desarrollo e importancia para la sociedad actual. Su estudio en las aulas es imprescindible para formar individuos científicamente cultos. Hay dos factores que influyen en la enseñanza de la Genética: las preconcepciones del alumnado y el modelo de enseñanza-aprendizaje empleado, básicamente el de transmisión-recepción en el caso analizado. La enseñanza de la Genética necesita novedosas estrategias. La primera parte del trabajo se centra en detectar conceptos básicos de Genética que posee un grupo de alumnos de Diversificación Curricular de un IES de la Comunidad de Madrid, habiéndose obtenido datos bastante similares a investigaciones anteriores consultadas. La segunda parte se centra en el análisis del libro de texto que utilizan en sus clases mediante la elaboración de una matriz DAFO. En tercer lugar se elabora una propuesta didáctica en forma de materiales de trabajo diseñados al efecto y disponibles en Internet.

Palabras clave

Aprendizaje significativo, Ciencia, Didáctica, Genética, matriz DAFO.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En diversos estudios se ha podido observar que el número de estudiantes que optan por cursar asignaturas de Ciencias es cada vez menor (Vázquez y Manassero, 2008). Además de la falta de motivación, existen otros factores que crean dificultades para conseguir un aprendizaje significativo. Son diversas las causas que provocan esta falta de entendimiento, entre ellas destacamos las siguientes: los libros de texto ya que, en ocasiones, sus contenidos no son suficientemente explícitos y es necesario recurrir a fuentes on-line para completarlos aunque esto lleve tiempo y trabajo (Redfield, 2012); el profesorado, que según Pozo y Gómez (1998) se siente desbordado y desorientado pues cuenta con numerosas dificultades y termina optando por una enseñanza basada en clases magistrales que fomentan el aprendizaje memorístico; las ideas previas sobre Ciencia, que suelen ser incorrectas, inconexas y contradictorias entre sí, teniendo cada individuo las suyas propias aunque ciertos términos presentan universalidad, pueden ser comunes entre ciertos grupos de personas y no son fáciles de erradicar (Campanario y Otero, 2000; Merino, 2007). La Genética es uno de los temas que resulta didácticamente más conflictivo, entre otras cosas porque el modelo tradicional de enseñanza aplicado a los mecanismos de transmisión de la herencia biológica dificulta su verdadero aprendizaje (Íñiguez y Puigcerver, 2013). Para desarrollar un nivel mínimo de alfabetización

científica es necesario desarrollar en el alumno un pensamiento crítico y una capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos en la etapa escolar (Connolly y Vilardi, 1989; Rivard, 1994; Keys, 1999). En el caso de la Genética no es fácil conseguir el entendimiento de diversos conceptos y esa falta de comprensión se traduce en una mala aplicación en la vida diaria del estudiante (Lewis y Kattmann, 2004; Lewis y Wood-Robinson, 2000), lo que provoca dificultades para la resolución de problemas sobre enfermedades hereditarias (Aydemir, 2014). Entre algunas de las causas que dificultan el aprendizaje de la Genética se encuentran, como ya habíamos mencionado, las concepciones alternativas. Estas son ideas previas o preconcepciones que tienen los alumnos con respecto a algunos temas. Son numerosas las investigaciones sobre conceptos básicos de Genética y entre las causas que dificultan su aprendizaje se pueden citar las siguientes: que los estudiantes piensan que los animales son los únicos seres vivos que cuentan con células (Wood-Robinson, Lewis, Leach y Driver, 1998; Caballero, 2008); que piensan que sólo algunos animales tienen cromosomas y entre ellos se encuentran los humanos (Banet y Ayuso, 1995); que tienen dificultad a la hora de conocer la ubicación de los cromosomas (Lewis y Wood-Robinson, 2000; Lewis, Leach y Wood-Robinson, 2000); que tienen dificultad a la hora de definir los conceptos de ADN, gen y cromosoma, llegando incluso a intercambiar los términos (Mills Shaw *et al.*, 2008); que consideran que la información hereditaria únicamente se encuentra en las células sexuales (Hackling y Treagus, 1984; Banet y Ayuso, 1995; Íñiguez Porrás, 2005); que intercambian los términos célula y cromosoma (Lewis y Wood-Robinson, 2000); que tienen dificultades para comprender el concepto de gen y dónde se localizan (Lewis y Wood-Robinson, 2000; Lewis, Leach y Wood-Robinson, 2000; Íñiguez Porrás, 2005); que tienen escasos conocimientos sobre probabilidad y estadística necesarias para la buena resolución de problemas de Genética mendeliana (Caballero, 2008). No se puede atribuir este fracaso solo a las preconcepciones ya que puede ser debido a conceptos y experiencias abstractas no llevadas a la vida cotidiana. Esto hace que los estudiantes muestren poca motivación hacia la materia. Teniendo en cuenta todo esto, debemos ser conscientes de que se debe impulsar y promover la buena formación sobre Genética en el aula (Mills Shaw *et al.*, 2008). Por todo ello, se deben estimular la motivación y la capacidad crítica sobre la Ciencia y en concreto sobre la Genética (Mills Shaw, Van Horne, Zhang y Boughman, 2008). Se debe intentar que la enseñanza de las ciencias no se centre únicamente en aprender de forma memorística, sino que se interiorice, comprenda y se halle una aplicación práctica (Hay y Barab, 2001).

OBJETIVOS

Los objetivos delimitados son: detectar algunas ideas erróneas sobre conceptos de Genética en alumnado de ESO de Diversificación Curricular; revisar el libro de texto que utiliza el grupo objeto de estudio en clase para conocer sus puntos débiles en cuanto a la enseñanza de la Genética; elaborar una propuesta didáctica alternativa y motivadora para el estudio de la Genética en este grupo de Diversificación Curricular.

METODOLOGÍA

La muestra objeto de estudio la formó un conjunto de veintiocho estudiantes de dos grupos de 4º de ESO de Diversificación Curricular de un IES de la Comunidad de Madrid con edades entre los 16 y los 18 años y un 45% de chicas. El nivel socio-económico y cultural de los alumnos que participaron en la experiencia es medio-bajo. Todo el alumnado tenía, en mayor o menor grado, dificultades de aprendizaje y habían repetido curso en Educación Secundaria Obligatoria entre una y dos veces. La secuencia metodológica seguida en esta investigación se recoge en la tabla 1.

Tabla 1.- Secuencia metodológica seguida en la investigación.

ETAPA	INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN
1 Recogida de datos	Cuestionario adaptado de Íñiguez Porras (2005) y validado.	<ul style="list-style-type: none"> - Permite saber qué conceptos de Genética posee el alumnado y su grado de motivación. - Formado por 14 preguntas de respuesta abierta y cerrada sobre: conceptos básicos de Genética; problema básico de Genética mendeliana; opinión y motivación sobre Ciencia y Genética. - Las preguntas referentes a conceptos básicos se pueden dividir en: estructura celular de los organismos; información hereditaria; concepto y función de los cromosomas; concepto y función de los genes.
<ol style="list-style-type: none"> 1. Indica con una cruz los organismos que creas que tienen células (plantas, animales, setas). 2. Indica con una cruz los organismos que creas que tienen cromosomas (plantas, animales, setas) 3. ¿Qué es el ADN y en qué células se encuentra? 4. ¿Qué entiendes por información hereditaria? 5. Indica que células contienen información hereditaria: óvulo, neuronas, células del corazón, espermatozoides, todas. 6. ¿Qué son los cromosomas? 7. ¿Qué función tienen los cromosomas? 8. ¿En qué células hacen su función los cromosomas? 9. ¿Qué son los genes? 10. ¿Qué células contienen genes?: óvulo, células del cerebro, células del corazón, espermatozoides, todas. 11. ¿Dónde se encuentran los genes? 12. Ciertos tipos de miopía humana dependen de un gen dominante (A); el gen para la vista normal es recesivo (a). ¿Cómo podrán ser los hijos de un varón normal y de una mujer miope, heterocigótica? Haz un esquema de cruzamiento. 13. ¿Qué opinión te merece la Genética? Valora 1 a 10 (1 mínimo y 10 máximo). 14. ¿Qué opinión te merece la Ciencia en general? Valora 1 a 10 (1 mínimo y 10 máximo). 		
2 Análisis del libro de texto utilizado por los estudiantes: <i>Asignatura Ámbito Científico-Tecnológico II Editorial Bruño 4º ESO</i> También consulta de otros libros del mismo curso y de diversas editoriales	Matriz DAFO (Debilidades, Amenazas Oportunidades) (Tabla 2)	<p>Para desarrollar estrategias de mejora (en empresas y productos). Identifica fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. Permite proponer estrategias de mejora utilizando el análisis para poder definir correctamente la actividad escogida y su posterior desarrollo (Rodríguez, 2008). En el plano educativo, se ha utilizado para analizar aspectos sobre enseñanza e integración de familias inmigrantes en distintos centros (Baraibar, 2005). Se extrapoló este análisis para analizar el libro de texto utilizado en las clases en cuanto al tema de Genética.</p> <p>El análisis interno valora:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fortaleza (aspectos positivos internos): Describe los recursos y las destrezas. Las virtudes. - Debilidades (aspectos negativos externos): Describe los factores en los cuales poseemos una posición desfavorable respecto a la competencia. <p>El análisis externo valora:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oportunidades (aspectos positivos externos): Describe las posibles circunstancias favorables. - Amenazas (aspectos negativos internos): Describe los factores que pueden poner en peligro la supervivencia.
3 Elaboración de material didáctico específico	PowerPoint Slideshare www.slideshare.net	<p>Se opta por elaborar el material didáctico en PowerPoint. Se sube a la plataforma Slideshare. Destinada también en un principio a empresas, en 2010 fue elegida mejor plataforma para educación y enseñanza on-line.</p> <p>Ventajas del material diseñado: anima al alumnado a utilizar TIC; e abaratan costes al ser un material on-line.; formato es más atractivo y actual; permanece en la web indefinidamente.</p>

Tabla 2.- Matriz DAFO.

DEBILIDADES	AMENAZAS
Factores desfavorables	Factores que ponen en peligro la supervivencia del producto
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Recursos y virtudes del producto a analizar	Circunstancias favorables

Una vez determinadas debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades, el siguiente paso es definir distintas estrategias para crear un libro de mayor calidad (tabla 3):

Tabla 3.- Matriz de estrategias.

	AMENAZAS	OPORTUNIDADES
FORTALEZAS	Estrategia defensiva para enfrentar las amenazas	Estrategia ofensiva posición ideal a la que se quiere llegar
DEBILIDADES	Estrategia de supervivencia para combatir las amenazas y las debilidades	Estrategia de orientación oportunidades desaprovechadas

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se analizó cada una de las preguntas del cuestionario por separado. En la tabla 4 se muestra un resumen de los datos obtenidos, agrupándolas por aspectos tratados.

Tabla 4.- Síntesis de los resultados obtenidos en los cuestionarios realizados al alumnado.

Preguntas sobre conceptos básicos de Genética	Estructura celular de distintos organismos (preguntas 1 y 2) Las respuestas son correctas salvo en las referidas a las setas, punto que más errores ha generado (53%).
	Ideas sobre información hereditaria (preguntas 3, 4 y 5) Se observa un aprendizaje significativo en este área salvo en lo referente a determinar que células son las encargadas de transmitir la información Genética ya que solamente un 25% del alumnado lo otorga a óvulos y espermatozoides.
	Concepto y función de los cromosomas (preguntas 6, 7 y 8) Las preguntas referidas al concepto y función de los cromosomas son las que más errores han mostrado, siendo estos un 32%.
	Concepto y función de los genes (preguntas 9, 10 y 11) El 73% conoce lo que son pero solo un 32% explica bien su función.
Problema básico de Genética mendeliana	Solo el 11% ha resuelto correctamente el problema propuesto en el cuestionario (pregunta 12)
Preguntas de opinión	Opinión sobre la Genética (pregunta 13) Muestra desmotivación por parte del alumnado hacia la Genética.
	Opinión sobre la Ciencia (pregunta 14) Muestra desmotivación por parte del alumnado hacia la Ciencia.

Los resultados de la aplicación de la matriz DAFO al libro de texto de la asignatura *Ámbito Científico-Tecnológico II* de la Editorial Bruño de 4º de ESO (Ruiz y Collados, 2008) se recogen en las tablas 5 y 6.

A partir de los datos obtenidos del cuestionario, la matriz DAFO y también de la consulta de libros de texto de otras editoriales y cursos (Biología y Geología 4º ESO y Biología 2º Bachillerato; Bruño, SM, Santillana y McGraw-Hill) se elaboró una propuesta didáctica, basada en contenidos de concepto, procedimiento y actitud, con el fin de favorecer un aprendizaje más significativo. En dicha propuesta se trabajan las siguientes competencias: lingüística, matemática, conocimiento e interacción con el mundo físico y tratamiento de la información y competencia digital.

Tabla 5.- Matriz DAFO del libro de texto “Ámbito Científico-Tecnológico” para Diversificación Curricular de 4º ESO (Ruiz y Collados, 2008).

DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> Falta de claridad en el texto. Contenidos poco adaptados que hacen necesaria la elaboración de apuntes. No especificación de la complejidad de las actividades (básica, media, alta). 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de coordinación por parte de las editoriales para crear un libro adecuado para Diversificación Curricular. Resistencia al cambio según la demanda.
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> Cumple los objetivos mínimos establecidos en la Normativa de Educación vigente. Ilustraciones sencillas y actividades adecuadas para el nivel. 	<ul style="list-style-type: none"> Los demás libros de texto tienen una calidad similar a la del libro evaluado. Recoge todos los puntos más importantes correspondientes a las distintas áreas de la Genética que se imparten en Biología troncal de 4º ESO.

Tabla 6.- Matiz de estrategias a seguir para conseguir un libro de texto de calidad.

	AMENAZAS	OPORTUNIDADES
FORTALEZAS	<u>Estrategia defensiva:</u> Elaborar apuntes, materiales y recursos adaptados.	<u>Estrategia ofensiva:</u> Abrir la mente hacia otros recursos (TIC), así como formar profesorado capacitado para elaborar dichos recursos.
DEBILIDADES	<u>Estrategia de supervivencia:</u> El precio del libro en papel es elevado, por lo que se puede recurrir a otro tipo de formatos (PowerPoint, formatos digitales on-line...)	<u>Estrategia de orientación:</u> Al utilizar únicamente el libro se desaprovechan otros soportes didácticos.

Los resultados del cuestionario sugieren que, para el diseño de contenidos y actividades, se debe tener en cuenta que los puntos dónde hay más dificultades son los referidos a los cromosomas y en la realización del problema de Genética mendeliana. Debido a la baja motivación que refleja el alumnado, hay que acercar a su vida cotidiana la Genética y la Ciencia. Se decidió elaborar un material didáctico para el alumnado en formato PowerPoint y después alojarlo en el siguiente enlace de la web Slideshare: <http://www.slideshare.net/mlmingoarranz/apuntes-y-actividades-de-gentica> (figura 1).

Al utilizar este tipo de plataformas se pretende: animar al alumnado a utilizar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), ya que es una manera de acercar lo cotidiano -búsquedas en Internet- a lo más conservador de la enseñanza -materiales en papel y libros- (Zambrana, 2016), siendo las webquest un soporte adecuado para ello (Rodríguez, 2010) y favorecedoras del aprendizaje en el marco de la Diversificación Curricular (Trabajos y Ballesteros, 2011); abaratar costes al ser un material *on-line*, de libre disposición; que los apuntes y las actividades tengan un formato más atractivo y actual; que se pueda recurrir a ellos en cualquier momento, incluso después de terminar el curso o guardarlos en el ordenador personal. Elaborando los materiales didácticos en este formato atendemos a la estrategia ofensiva propuesta en el análisis DAFO (“Abrir la mente hacia otros recursos (TIC), así como formar profesorado capacitado para elaborar dichos recursos”).


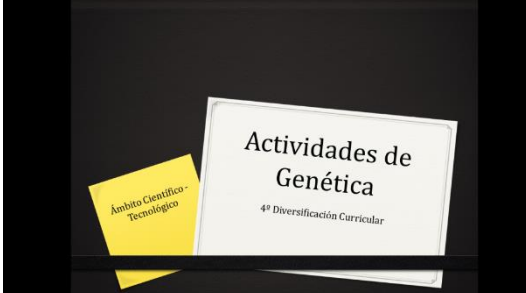

CONTENIDOS	ACTIVIDADES
	
<p>Índice</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Preguntas previas ➤ Un poco de Historia... Mendel ➤ Leyes de Mendel ➤ Conceptos básicos de Genética ➤ Genética Humana ➤ Mutaciones ➤ ¿Qué es la Ingeniería Genética? 	<p>Instrucciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ A continuación, se detallan una serie de actividades que se deberán realizar para reforzar lo aprendido en las clases de Genética. ○ Todas las actividades vienen detalladas con las instrucciones a seguir en cada una de ellas. ○ Si se necesita, se puede imprimir el material para trabajar con más soltura. ○ Se trata de actividades básicas, acordes con lo que se explica en las clases de teoría
<p>2.- Un poco de Historia... Mendel</p> <p>La explicación a las preguntas anteriores se la debemos a</p>  <p>Gregor Johann Mendel</p> <p>Padre de la Genética. (20 de julio de 1822 – 6 de enero de 1884)</p>	<p>Actividad nº9: La "estupidización" de los Simpson</p> <p>OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconocer la rica variabilidad genética posible. • Repasar conceptos básicos de la Genética. • Aplicación de la herencia ligada al sexo. <p>http://www.seriesonkis.com/serie/los-simpsons temporada: 9, capítulo: 17 Lisa la Simpson</p> <p>Se pensaba que la "estupidización" afectaba a ciertos verones de la familia Simpson y por lo tanto se presentaba en el cromosoma Y como ellos pensaban. Sin embargo, un día Lisa descubre que esa enfermedad se presentaba en el cromosoma X recesivo al igual que el daltonismo o el albinismo, y no en el cromosoma Y como pensaban en un principio. Se sabe que el abuelo paterno de Lisa y Homer son enfermos, pero el hermanastro no. Se desconoce el genotipo de la abuela paterna. Por otra parte es muy poca la información acerca de los genotipos de la familia materna de Lisa, únicamente se sabe que el abuelo no es estúpido y no sabe si su madre es portadora.</p>
<p>4.- Conceptos básicos de Genética</p> <p>Mendel sentó las bases de la Genética (existencia de factores y posible carácter dominante y recesivo). A partir de este momento se empezaban a introducir distintos términos.</p> <p>Gen: responsables de la transmisión de los caracteres. Fragmento de un cromosoma que posee información para un carácter hereditario.</p> <p>En las células eucarióticas los cromosomas se encuentran emparejados → cromosomas homólogos. Tienen la misma secuencia de genes.</p> <p>Alelo: Cada una de las variantes de un gen. Hay alelo recesivo y alelo dominante.</p>	<p>Varones de la familia estúpidos (XeY)</p> <p>A Simpson H Simpson H. Powell C Bouvier</p> <p>¿Puede Lisa con esta información saber si su abuela paterna es portadora? (representa en un papel la distintas opciones)</p> <p>A.Simpson X A.Simpson Homer X Marge</p> <p>Xe Y ¿? Xe Y Xe Xa</p> <p>¿Puede que Homer no sea estúpido? Indica el por qué. ¿Qué ha pasado en el caso del hermanastro de Homer?</p> <p>En el caso de que Marge sea portadora y Homer enfermo ¿qué probabilidad existe de que Lisa sea estúpida? ¿y qué probabilidad de que Bart lo sea?</p> <p>Fuente de las imágenes: http://es.simpsons.wikia.com/wiki/Simpson. Wiki en: Espe3C3881a1.Portalde</p>

Figura 1.- Algunas diapositivas diseñadas como material alternativo al libro de texto alojadas en Slidershare.

CONCLUSIONES

- Dada la importancia de la Genética para la sociedad actual por los avances de las últimas décadas, se hace imprescindible alfabetizar científicamente al alumnado ya que se observa una carencia de conocimientos relacionados con ella.
- Es posible y conveniente aplicar instrumentos de análisis utilizados en otras áreas a la Didáctica de las Ciencias, como es el caso de la matriz DAFO.
- Es positivo aplicar en el aula materiales y métodos de enseñanza distintos al que se da actualmente y que deben tener en cuenta los referentes didácticos más

favorecedores. Es lícito adaptar los libros de texto, de manera que estos se adecuen a las características de alumnado y favorezcan el aprendizaje significativo de los conocimientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aydemir, M. (2014). “The investigation of pedagogical content knowledge of teachers: the case of teaching genetics” (Doctoral dissertation, MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY). En <http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12617320/index.pdf> [Consulta: 22-12-2015].
- Banet, E. y Ayuso, E. (1995). Introducción a la Genética de la enseñanza secundaria y bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 137-153.
- Baraibar, J. M. (2005). *Inmigración, familias y escuela en educación infantil*. Madrid: La Catarata.
- Caballero, M. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de Genética. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), 227-244.
- Campanario, J. M. y Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), 155-169.
- Connolly, P. y Vilardi, T. (1989). *Writing to learn mathematics and science*. New York: Teachers College Press.
- Hackling, M. W. y Treagust, D. (1984). Research data necessary for meaningful review of grade ten high school genetics curricula. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(2), 197-209.
- Hay, K. E. y Barab, S. A. (2001). Constructivism in practice: A comparison and contrast of apprenticeship and constructionist learning environments. *The Journal of the Learning Sciences*, 10(3), 281-322.
- Íñiguez Porras, F. J. (2005). La enseñanza de la Genética: Una propuesta didáctica para la educación secundaria obligatoria desde una perspectiva constructivista. (Tesis doctoral). Universitat de Barcelona. Barcelona. En <http://tdx.cat/handle/10803/31760>. [Consulta: 22-09-2015].
- Íñiguez Porras, F. J., Puigserver Oliván, M. (2013) “Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria”. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 10(3) pp. 307-327
- Keys, C. W. (1999). Revitalizing instruction in scientific genres: Connecting knowledge production with writing to learn in science. *Science Education*, 83(2), 115-130.
- Lewis, J. Leach, J. y Wood-Robinson C. (2000). All in the genes? – Young people’s understanding of the nature of genes. *Journal of Biological Education*, 34(2), 74-79.
- Lewis, J. Leach, J. y Wood-Robinson C. (2000). Chromosomes: the missing link – Young people’s understanding of mitosis, meiosis, and fertilization. *Journal of Biological Education*, 34(4), 189-199.

- Lewis, J. y Kattmann, U. (2004). Traits, genes, particles and information: re-visiting students' understanding of genetics. *International Journal of Science Education*, 26, 195-206.
- Lewis, J. y Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance: Do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22(2), 177-195.
- Merino, M. (2007). *Desarrollo curricular de las Ciencias experimentales*. Granada: Grupo Editorial Universitario.
- Mills Shaw, K.R., Van Horne, K., Zhang, H. y Boughman, J. (2008). Essay contest reveals misconceptions of high school students in genetics content. *Genetics*, 178(3), 1157-1168.
- Pozo, J. I. y Gómez, M. A. (1998). *Aprender y enseñar Ciencia. Del conocimiento temprano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- Redfield, R. J. (2012). "Why do we have to learn this stuff?" - A new genetics for 21st century students. *Plos Biology*, 10(7).
- Rivard, L. P. (1994). A review of writing to learn in science: Implication for practice and research. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 969-983.
- Rodríguez, V. (2008). *Formulación y evaluación de proyectos*. Madrid: Limusa.
- Rodríguez, E. (2010). Webquest. Una metodología para enseñar con Internet. En <http://platea.pntic.mec.es/~erodri1/index.htm>. [Consulta: 13/12/2015]
- Ruiz de Oña, C. y Collados, P. (2008) *Ámbito Científico-Tecnológico II. Diversificación curricular*. Madrid: Bruño.
- Trabajos, C. y Ballesteros, J. (2011). Las TIC en un programa de diversificación curricular. *Experiencias Educativas en las Aulas del Siglo XXI*. ISBN 978-84-08-10551-0. Fundación Telefónica.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes. Un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274-292.
- Wood-Robinson, C., Lewis, J., Leach, J y Driver, R. (1998). Genética y formación científica: Resultados de un proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1), 43-61.
- Zambrana, C. (2016). Análisis de páginas web para el estudio de la Educación Ambiental en Educación Primaria. Evaluación con una herramienta basada en la metodología multicriterio. *Tesis doctoral no publicada*. Universidad Complutense.

Autopercepción Socio-Emocional de un grupo de alumnos de 5º de Primaria tras la puesta en práctica de un Proyecto de Investigación Escolar para el estudio del Entorno

De las Heras, M. A., Reyes, R., De Orta, A., Romero, R.

Departamento de Didáctica de las Ciencias y Filosofía. Universidad de Huelva.

angeles.delasheras@ddcc.uhu.es

RESUMEN

El objetivo del trabajo es diagnosticar la Inteligencia Emocional autoinformada en un grupo de alumnos de primaria, tras un Proyecto de Investigación Escolar sobre el estudio del Entorno. Para ello y, mediante el uso del único test adaptado para medir la Inteligencia Emocional en niños y jóvenes, “Emotional Quotient Inventory (Young version) EQi-YV” (Bar-On y Parker, 2000), en concreto su versión española (Ferrando, 2006), se pasa a una muestra de 68 niños de 5º, para conocer el estado de los diferentes factores que integran la Inteligencia Emocional y si existe alguna diferencia según el sexo.

Una vez analizados, los datos denotan un alto nivel en las distintas dimensiones, estando encabezado por el *Estado general de Ánimo* (4,35) y en el otro extremo, el *Control del estrés* (2,73). Sin embargo, se pone de manifiesto que no existen diferencias estadísticamente significativas cuando se comparan los resultados entre ambos sexos.

Palabras clave

Inteligencia Emocional, Primaria, Estudio del medio, Investigación Escolar

INTELIGENCIA EMOCIONAL Y EDUCACIÓN

Es cierto que quien populariza el paso de una inteligencia unitaria tradicional a considerarla como conjunto de inteligencias es Howard Gardner (1995) y, dentro de ellas, la Inteligencia Emocional (IE) como inteligencias intra e interpersonal. Sin embargo, no hay que perder de vista que antes que él o paralelamente, otros autores ya hablaban de Inteligencia Emocional. De hecho, Salovey y Mayer (1990, p. 189) la definen por primera vez como “una parte de la inteligencia social que incluye la capacidad de controlar nuestras emociones y las de los demás, discriminar entre ellas y usar dicha información para guiar nuestro pensamiento y nuestros comportamientos”. Algo más tarde, Daniel Goleman (1995) en su libro *Emotional Intelligent*, desarrolla y amplía el concepto dándolo a conocer a toda la comunidad científica. A partir de aquí hay nuevas aproximaciones y la creación de diversos modelos teóricos. Concretamente, comienzan a aparecer en la literatura una serie de instrumentos de medición centrados en evaluar las habilidades integrantes que debe poseer una persona emocionalmente inteligente.

Hoy día, se defienden principalmente dos procedimientos para el análisis de la inteligencia emocional (Extremera y Fernández-Berrocal, 2007), concretamente el primer grupo incluye los instrumentos clásicos de medida basados en el uso de cuestionarios y autoinformes; el segundo grupo está integrado por las llamadas medidas de habilidad o

de ejecución. A su vez, cada vez más se van incorporando a estos instrumentos otros basados en la observación externa, que los complementan. Dentro de las que se encuentran en el grupo del uso de autoinformes, nos basamos en el modelo de Bar-On (1997) en concreto su escala EQi (*Emotional Quotient Inventory*). La EQi es un inventario amplio que abarca múltiples competencias emocionales y sociales que proporcionan además del nivel de IE, un perfil social y afectivo. Esta escala está pensada para personas de más de 17 años, por lo que el autor presenta una escala adaptada, su versión infantil (EQi-Y), para niños entre 6-12 años y adolescentes de entre 13-17 (Bar-On y Parker, 2000).

La EQi-Y es una versión reducida de la escala original pasando a tener 60 ítems de los 133 originales, pero que igualmente se dividen en cinco factores:

1. Inteligencia Intrapersonal: habilidades en autoconciencia emocional, autoestima personal, asertividad, autoactualización e independencia.
2. Inteligencia Interpersonal: empatía, relaciones interpersonales y responsabilidad social.
3. Adaptación: resolución de problemas, comprobación de la realidad y flexibilidad.
4. Gestión del estrés: tolerancia al estrés y control de impulsos.
5. Humor general: felicidad y optimismo.

La intención de conocer el estado de la Inteligencia Emocional en los escolares se debe a que cada vez está más clara la influencia de las emociones, tanto de los alumnos como de los profesores, en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este caso, es de nuestro interés tener conocimiento sobre la IE que poseen los estudiantes tras la puesta en práctica de un Proyecto de Investigación Escolar.

La Investigación Escolar, según Cañal (2007, p.12):

“es una estrategia de enseñanza en la que, partiendo de la tendencia y capacidad investigadora innata de todos los niños y niñas, el docente orienta la dinámica del aula hacia la exploración y reflexión conjunta en torno a las preguntas que los escolares se plantean sobre los componentes y los fenómenos característicos de los sistemas socionaturales de su entorno, seleccionando conjuntamente problemas sentidos como tales por el alumnado y diseñando entre todos planes de actuación que puedan proporcionar los datos necesarios para la construcción colaborativa de soluciones a los interrogantes abordados, de manera que se satisfaga el deseo de saber y de comprender de los escolares y, al mismo tiempo, se avance en el logro de los objetivos curriculares prioritarios.”

En otras palabras, la investigación escolar se basa en ayudar a que los propios alumnos reflexionen y actúen sobre la realidad, piensen, discutan, hagan, recojan información, la analicen, tomen decisiones, establezcan conclusiones, etc., todo ello a partir de actividades que pretenden dar solución al problema planteado y donde el trabajo en grupo y colaborativo es la base. Todo ello requiere generar un clima de aula adecuado para este tipo de trabajo, donde debe imperar la tolerancia, el respeto, la empatía y, donde el alumno, se sienta eficaz para realizar la tarea y se sienta autónomo.

Con todas estas premisas nos proponemos conocer cómo se autoperciben, desde el punto de vista de la Inteligencia Emocional, un grupo de alumnos de 5º de primaria tras la puesta

en práctica de un Proyecto de Investigación Escolar para el conocimiento del Entorno y si las diferencias son debidas al sexo de los participantes.

METODOLOGÍA

Problema de investigación e hipótesis

Para la consecución del objetivo de esta investigación, que ha sido reseñado anteriormente, se formulan a continuación los problemas de investigación dado que toda investigación educativa parte de situaciones problemáticas o interrogantes relevantes surgidos en torno a aspectos relacionados con el conocimiento. De este modo, en este trabajo se ha considerado oportuno establecer primero un único problema general que, como proponen Arnal, del Rincón y Latorre (1994) se ha dividido en una serie de subproblemas, que centren la atención en aspectos más concretos y precisos, para clarificar y facilitar la formulación de las hipótesis.

Problema General:

¿Es posible establecer alguna relación entre la Inteligencia Emocional de los alumnos y la indagación como modelo de trabajo?

- Subproblema 1: ¿Qué puntuación presentan los alumnos en los distintos factores que miden la Inteligencia Emocional mediante el EQi-YV, tras la puesta en práctica de un Proyecto de Investigación Escolar?

Hipótesis 1: Tras la puesta en práctica del Proyecto de Investigación Escolar y, debido a sus connotaciones aportadas en la fundamentación de este trabajo, cabe esperar unos valores elevados en todos los factores analizados.

- Subproblema 2: ¿Existe alguna diferencia significativa en cuanto a los valores obtenidos según el sexo de los participantes?

Hipótesis 2: A priori, no cabe pensar que existan diferencias significativas según el sexo de los participantes.

Participantes

La muestra de participantes está compuesta por un total de 68 alumnos, 36 (52.9%) de ellos chicos y 32 (47.1%) chicas (Tabla 1), pertenecientes a tres grupos clase distintos de 5º de Educación Primaria con edades comprendidas entre los 10-11 años ($M=10.5$; $DT: .50$), pertenecientes a un centro público de la provincia de Huelva. El centro educativo se halla situado en una zona residencial de un municipio cercano a la capital, con una situación socioeconómica de las familias de los alumnos perteneciente a un nivel medio-alto.

SEXO	5ºA	5ºB	5ºC
CHICOS	12	13	11
CHICAS	12	10	10
TOTAL	24	23	21

Tabla 1: Distribución de la muestra por sexo y curso

Instrumentos

El instrumento empleado para la recogida de la información ha sido el Cuestionario de Inteligencia Emocional en su versión para jóvenes, cuyo nombre original es “*Emotional Quotient Inventory (Young version) EQi-YV*” (Bar-On y Parker, 2000), destinado a estudiantes con edades comprendidas entre los 8 y los 18 años, concretamente la adaptación española realizada por Ferrando (2006).

El cuestionario está formado por 60 ítems, en los que se valoran las dimensiones no cognitivas descritas en su modelo y que proporcionan éxito frente a las demandas del ambiente:

Intrapersonal: habilidad para comprender las emociones propias

Interpersonal: habilidad para entender las emociones de los otros

Manejo de las emociones: habilidad para dirigir y controlar las propias emociones

Adaptabilidad: flexibilidad y eficacia para resolver conflictos

Estado de ánimo general: habilidad para tener una actitud positiva ante la vida

En las respuestas, los participantes deben mostrar su grado de acuerdo o de desacuerdo en una escala tipo Likert de 5 puntos (1: nunca; 2: casi nunca; 3: a veces; 4: a menudo; 5: siempre).

Procedimiento y análisis de datos

La aplicación del instrumento se llevó a cabo de forma grupal y dentro del aula, cumplimentada de forma individual y desarrollada en una sesión de una hora dentro del horario lectivo, en presencia de los tutores y autores de este trabajo, una vez fue finalizado el Proyecto de Investigación escolar para el estudio del Entorno.

Una vez hecha la recogida de datos, se procedió a su codificación y análisis mediante el paquete estadístico SPSS versión 19.0.

Primeramente se analizó la fiabilidad de cada una de las subescalas del EQ-i:YV a través del coeficiente alfa de Cronbach, para comprobar la consistencia de sus elementos al medir la misma característica.

El análisis de los datos incluye un estudio descriptivo sobre las variables referidas a Inteligencia Emocional medidas por EQ-i:YV, como son las medias y las desviaciones típicas.

Además se ha explorado la posible relación entre las variables referidas a Inteligencia Emocional medidas por EQ-i:YV y el sexo de los estudiantes. Para ello se ha empleado la prueba estadística de Diferencia de Medias mediante la t de Student para muestras independientes, que nos permitirá conocer si la diferencia entre medias encontradas pueden considerarse o no estadísticamente significativa.

PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Los resultados que a continuación se muestran se van a presentar diferenciándolos en función de los objetivos planteados en el estudio. Pero antes de detallar los resultados, se presenta un test de fiabilidad sobre los datos del estudio. Una vez hecho esto, en primer lugar informaremos sobre los valores obtenidos en cada una de las variables medidas con el EQi-Y y, en segundo lugar, presentaremos los datos obtenidos en el análisis de correlaciones bivariadas entre las variables del EQi-Y y el sexo de los alumnos.

Análisis de fiabilidad

Los resultados de los análisis de fiabilidad para cada una de las dimensiones del cuestionario fueron los que se recogen en la Tabla 2:

<i>Dimensiones EQi-YV</i>	<i>N</i>	<i>Alpha de Cronbach</i>	<i>Ferrando (2006)</i>
<i>Estado General de Ánimo</i>	14	,702	,832
<i>Adaptabilidad</i>	10	,699	,759
<i>Control del estrés</i>	12	,716	,773
<i>Interpersonal</i>	12	,686	,692
<i>Intrapersonal</i>	6	,625	,687
<i>EQi-YV Total</i>	60	,706	,881

Tabla 2: Estadísticos descriptivos de las dimensiones EQi-YV del estudio en comparación con la versión española de Ferrando(2006).

Como se puede observar los valores que se obtienen son más bajos que los obtenidos en la versión española adaptada. Sin embargo, éstos se encuentran por encima o bastante cerca del valor que consideramos como aceptable de 0,7 (George y Mallery, 2003). Este hecho puede estar debido al bajo número de alumnos que forman parte de la muestra, por lo que aceptamos todos los factores.

Valoración de la Inteligencia Emocional

En el presente apartado se presentan los estadísticos descriptivos de las variables del estudio para poner de manifiesto la Inteligencia Emocional de los participantes. En concreto se presentan las medias y desviaciones típicas obtenidas por los participantes en el cuestionario EQi-Y (Tabla 3). La tabla muestra que las medias oscilan entre 4,35 para la dimensión *Estado de ánimo* y 2,73 para la dimensión *Control del estrés*.

<i>Dimensiones EQi-YV</i>	<i>N</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación Típica</i>
<i>Estado General de Ánimo</i>	68	3,12	5	4,3555	,38087
<i>Adaptabilidad</i>	68	2,64	4,82	3,6471	,50201
<i>Control del estrés</i>	68	2	3,92	2,7342	,50807
<i>Interpersonal</i>	68	3,22	5	4,2304	,38696
<i>Intrapersonal</i>	68	1,33	4,83	3,1814	,67331

Tabla 3: Estadísticos descriptivos de las dimensiones EQi-YV

De forma gráfica (Figura 1) se puede apreciar que la media más elevada es la que corresponde al *Estado de Ánimo*, seguida de la dimensión *Interpersonal*, *Adaptabilidad*, *Intrapersonal* y, finalmente, *Control del estrés*.

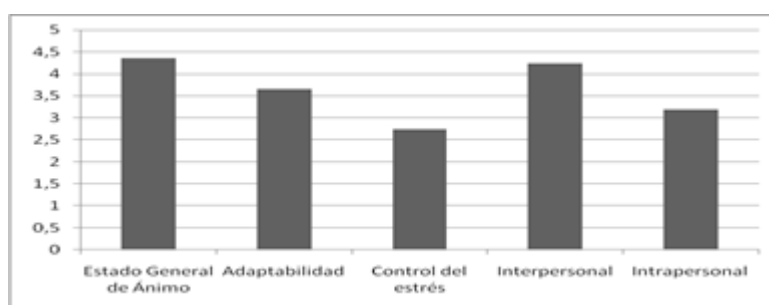


Figura 1: Medias de las dimensiones: Estado de Ánimo, Adaptabilidad, Control del Estrés, Interpersonal e Intrapersonal.

Los resultados son muy concluyentes si nos detenemos en la dimensión con mayor rango, que responde al *Estado de Ánimo*. Como se fundamentó al principio del trabajo, éste hace referencia tanto a la felicidad como al optimismo. Es un hecho constatado que cuando el alumno pasa de trabajar con un método tradicional, donde posee un papel pasivo y donde su tarea se reduce a memorizar y reproducir lo memorizado, a trabajar con un método

donde tiene que investigar, comprobar, razonar, relacionarse con sus compañeros..., su estado de ánimo aumenta y su motivación hacia la tarea, en definitiva, es más feliz.

Esto queda igualmente apoyado en el estudio con la segunda dimensión más alta, *Interpersonal*, poniendo de manifiesto que el nuevo método de trabajo mejora la empatía hacia los demás y, sobre todo, sus relaciones. Esto tiene que ver con el método de trabajo en grupo de forma colaborativa, ya que la cooperación ofrece mejores resultados que la individualidad o la competitividad. De acuerdo con Pujolàs (2008) y Solbes (2009), de esta manera se puede favorecer el nivel de participación, la discusión entre iguales y la creatividad.

En cuanto a la dimensión *Adaptabilidad* o resolución de problemas, comprobación de la realidad y flexibilidad, se pone de manifiesto nuevamente un valor alto que revela como el alumno empieza a adquirir las herramientas para resolver nuevas situaciones a las que pueda enfrentarse, siendo ésta una constante en la metodología por resolución de problemas. La dimensión intrapersonal, aunque más baja que las anteriores, también adquiere una media alta. Esta dimensión, que hace referencia a la autoestima, a sentirse capaz ante una tarea es una de las cualidades más importantes a desarrollar en el alumnado, debido a que un alumno con autoestima alta y, por tanto, confianza en él mismo para desarrollar un proceso no va a tener límites en el proceso de aprendizaje, desarrollando de esta manera la competencia de Aprender a Aprender. En cuanto a la *Gestión del Estrés*, que es la dimensión con valor más bajo, aunque por encima de un valor medio, la única explicación que le otorgamos es que sea debido a no controlar el nuevo método de trabajo ya que han tenido poco tiempo para experimentarlo.

Análisis diferenciales IE y sexo

Con la intención de comprobar si influye el sexo en cada una de las dimensiones, se presentan los resultados obtenidos de los análisis de diferencias de medias realizados (Tabla 4).

	Niña			Niño		
	M	DT	N	M	DT	N
<i>Estado Ánimo</i>	4,3143	,37222	32	4,3922	,38994	36
<i>Adaptabilidad</i>	3,6364	,51062	32	3,6566	,50129	36
<i>Control estrés</i>	2,7308	,49390	32	2,7372	,52732	36
<i>Interpersonal</i>	4,2917	,34880	32	4,1759	,41521	36
<i>Intrapersonal</i>	3,0104	,72825	32	3,3333	,58959	36

Tabla 4: Medias (M) y Desviaciones Típicas (DT) según el sexo de las distintas dimensiones

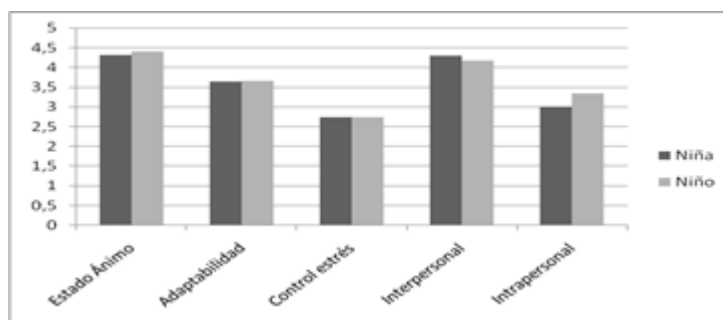


Figura 2: Medias obtenidas según el sexo de los participantes, en las distintas dimensiones de la EQi-Y.

Como se puede observar (Tabla 4; Figura 3) analizando las medias obtenidas según el sexo, los chicos puntúan más alto que las chicas en las dimensiones de *Estado de ánimo* y *Intrapersonal*, siendo al contrario en el caso de la *Interpersonal* y quedando prácticamente iguales tanto en *Adaptabilidad* como en el *Control del Estrés*.

Para comprobar si tales diferencias son estadísticamente significativas, se aplicó la prueba paramétrica t de Student para muestras independientes (Tabla 5). Como se puede observar, nos permite aceptar que las medias de ambas muestras son estadísticamente iguales, o lo que es lo mismo, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en cuanto al sexo para cada una de las dimensiones del EQi-Y estudiadas. Este resultado coincide con otros estudios que se han hecho anteriormente en cuanto a relación de la IE y el sexo (Ferrando, 2006).

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
						Inferior	Superior
<i>Estado Ánimo</i>	,839	66	,404	,07782	,09274	-,10734	,26298
<i>Adaptabilidad</i>	,164	66	,870	,02020	,12286	-,22510	,26550
<i>Control estrés</i>	,052	66	,959	,00641	,12437	-,24190	,25472
<i>Interpersonal</i>	-1,236	66	,221	-,11574	,09365	-,30271	,07123
<i>Intrapersonal</i>	2,019	66	,048	,32292	,15995	,00356	,64228

Tabla 5: Resumen de la prueba paramétrica t de Student de diferencia de medias para muestras independientes.

CONSIDERACIONES FINALES

A continuación pasamos a concluir el presente estudio dando respuesta a los problemas planteados sobre el mismo.

En primer lugar y, teniendo en cuenta la puntuación que presentan los alumnos en los distintos factores que miden la Inteligencia Emocional mediante el EQi-YV, tras la puesta en práctica de un Proyecto de Investigación Escolar podemos afirmar, siguiendo la hipótesis de partida, que los valores son generalmente altos, debido básicamente a las idiosincrasia del propio modelo, que fomenta además del aprendizaje significativo, las características emocionales de los alumnos.

En cuanto a si existen diferencias significativas entre los valores adoptados por los factores según se trate de alumnos o alumnas, nuevamente siguiendo la hipótesis de partida se llega a la conclusión de que no las hay.

Aceptando las limitaciones del estudio y tomando la lectura de los resultados como lo que son, consideramos éste estudio como una nota más a tener en cuenta en la necesidad de cambio hacia una metodología basada en la indagación del alumnado.

BIBLIOGRAFÍA

- Arnal, J., Del Rincón, D. y Latorre, A. (1994). *Investigación educativa. Fundamentos y metodología*. Barcelona, Labor.
- Bar-On, R. (1997). *Bar-On Emotional Quotient Inventory: Technical manual*. Toronto: Multi-Health Systems.

Bar-On, R. y Parker, J. D. A. (2000). *The Bar-On Emotional Quotient Inventory: Youth Version (EQ-I: YV) Technical Manual*. Toronto, Canada: Multi-Health Systems, Inc.

Cañal, P. (2007). La Investigación Escolar Hoy. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 52, 9-19.

Extremera, N. y Fernández-Berrocal, P. (2007). Una guía práctica de los instrumentos actuales de evaluación de la inteligencia emocional. En J. M. Mestre y P. Fernández-Berrocal (Eds.). *Manual de Inteligencia Emocional* (pp. 99-122). Madrid: Pirámide.

Ferrando, M. (2006). *Creatividad e inteligencia emocional: un estudio empírico en alumnos con altas habilidades*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.

Gardner, H. (1995). *Estructuras de la mente. Teoría de las Inteligencias Múltiples*. México: Fondo de Cultura Económica.

George, D. y Mallery, P. (2003). *spss for Windows step by step: A Simple Guide and Reference*. 11.0 Update (4.^a ed.). Boston: Allyn & Bacon.

Goleman, D. (1995). *Emotional Intelligence*. New York: Bantam.

Pujolàs (2008). El aprendizaje cooperativo como recurso y como contenido. *Aula de Innovación Educativa*, 170.

Salovey, P. y Mayer, J. D. (1990). Emotional Intelligence. *Imagination, Cognition and Personality*, 9, 185-211.

Solbes, J. (2009). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (II): Nuevas perspectivas. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 6.

Didáctica de la indagación escolar a partir del vídeo en la formación inicial de maestros

De Miguel, J.,(1) Ibáñez, M.,(2) Aguilar, D.,(3) Coiduras, J.(1)

(1) *Departamento de Pedagogía y Psicología. Universitat de Lleida.*

(2) *Departamento de Medio Ambiente y ciencias de la tierra (área didáctica de las ciencias experimentales). Universitat de Lleida*

(3) *Departamento de Didácticas Específicas (área didáctica de las ciencias experimentales). Universitat de Lleida.*

Correo: daguilar@didesp.udl.cat

RESUMEN

La experiencia de innovación formativa expuesta pretende presentar y evaluar una metodología de enseñanza y aprendizaje para maestros de primaria en formación inicial para facilitar la comprensión y ejecución en la práctica real del modelo indagador en la didáctica de las ciencias experimentales. En concreto, el proceso busca asentar una base sólida entre los estudiantes mediante el conocimiento, relación y puesta en práctica de las diferentes habilidades científicas implícitas en el modelo de ciencia indagadora.

Para poder facilitar esta comprensión práctica de las diferentes habilidades científicas presentes en el proceso indagador se ha utilizado el vídeo como herramienta clave que acerque el contexto escolar a las aulas universitarias.

Tras la evaluación del proceso, se pudo evidenciar entre los estudiantes una substancial mejora no solo en la identificación de habilidades científicas sino también en su integración durante la práctica, desarrollando procesos indagadores más estructurados y completos.

Palabras clave

Formación inicial, educación primaria, análisis de vídeo, indagación escolar, ciencias experimentales.

INTRODUCCIÓN

La indagación como herramienta metodológica en la didáctica de las ciencias experimentales es un paradigma aceptado por toda la comunidad (National Science Education Standards, NSES; National Research Council, 2012). De hecho, existen numerosos estudios que destacan la indagación científica como una de las estrategias que mejores resultados han aportado en la enseñanza de las ciencias experimentales (Barrow, 2006): facilita la participación activa de los estudiantes en la adquisición de conocimiento, ayuda a desarrollar el pensamiento crítico y reflexivo, favorece la capacidad para resolver problemas y, especialmente, permite preparar ciudadanos alfabetizados científicamente (Demir y Abell, 2010).

La indagación científica es una práctica poco conocida tanto entre los maestros de primaria en formación como entre los maestros activos; esta falta de experiencia y conocimiento impide que dicha estrategia educativa pueda ser implementada satisfactoriamente (Bryan y Abell, 1999; Calderhead, 1988; Schmidt y Datnow, 2005;

Smith y Southerland, 2007). Por ello, existe una demanda importante de guías y metodologías didácticas que ayuden a los maestros a entender mejor qué es la indagación y cómo pueden ejecutarla en sus clases. En este ámbito, se encuentran numerosos trabajos basados principalmente en el modelo 5E propuesto por NSES (National Research Council 2000; Seung *et al.*, 2014), en el cual se identifican las cinco características principales que un proceso indagador se supone que ha de presentar: *Engage* (formulación de preguntas), *Explore* (búsqueda de evidencias), *Explain* (dar explicaciones a partir de las evidencias encontradas), *Elaborate* (conexión con modelos y explicaciones científicas) y *Evaluate* (evaluación). Sin embargo, muchos de estos trabajos exponen estudios con datos teóricos provenientes de la bibliografía o de casos hipotéticos y no presentan situaciones o ejemplos de contextos de enseñanza reales que ayuden a los maestros a entender el proceso indagador de una manera sencilla y directa (Kang *et al.*, 2008).

Nuestro trabajo busca presentar y evaluar una metodología de enseñanza y aprendizaje innovadora para maestros de primaria en formación para facilitar y simplificar la comprensión y ejecución en la práctica real del modelo indagador. Las principales características de esta propuesta son:

- i) Está focalizada en la identificación, conocimiento y relación de las diferentes habilidades científicas que se desarrollan a lo largo de un proceso indagador: observar, formular preguntas, plantear hipótesis, hacer predicciones, diseñar y ejecutar una investigación, interpretar y comunicar. Dichas habilidades se pueden considerar como los pilares fundamentales del pensamiento científico implícito en el modelo 5E. Por ello, conocerlas y estructurarlas correctamente puede aportar la base idónea para generar y probar nuevas ideas, construir conocimiento y diseñar mejores experiencias indagadoras que permitan entender determinados fenómenos o conceptos científicos (Pedaste *et al.*, 2015). La suma de habilidades lleva a construir una actividad coherente.
- ii) Se han ejecutado y evaluado contextos educativos reales y complementarios, tanto en escuelas de primaria como a nivel universitario. Combinando aprendizajes y aplicaciones en los dos ámbitos.
- iii) Uno de los principales aspectos de la metodología propuesta es proponer al estudiante el trabajo realizado mediante grabaciones de vídeo como herramienta que acerque el contexto escolar a las aulas universitarias. En la última década se están desarrollando numerosas investigaciones sobre el uso de vídeo de clases y sobre lo que aprenden los estudiantes en formación (Climent *et al.*, 2013).

MÉTODO

Contexto

La experiencia presentada se encuentra enmarcada dentro del grado de educación primaria en modalidad dual en la Universidad de Lleida (UdL). En dicha modalidad, los alumnos cursan desde 1º hasta 4º curso, un 40% de la actividad presencial en contextos escolares. Se trata de una propuesta de formación inicial motivada por el interés de ampliar la actividad docente en el grado y de esta manera acercar e integrar satisfactoriamente los conocimientos y habilidades teóricas asimilados en las aulas universitarias a la práctica real de aula. El proyecto presentado se desarrolla en las materias de ciencias experimentales y más concretamente aborda la enseñanza y aprendizaje en el marco de la indagación escolar.

Metodología

La experiencia se desarrolla durante el segundo cuatrimestre del curso 2014/2015 y el primer cuatrimestre del curso 2015/2016 con el grupo de alumnos de la cohorte - promoción 2013/2017.

Las fases de la experiencia son las siguientes (*figura 1*):

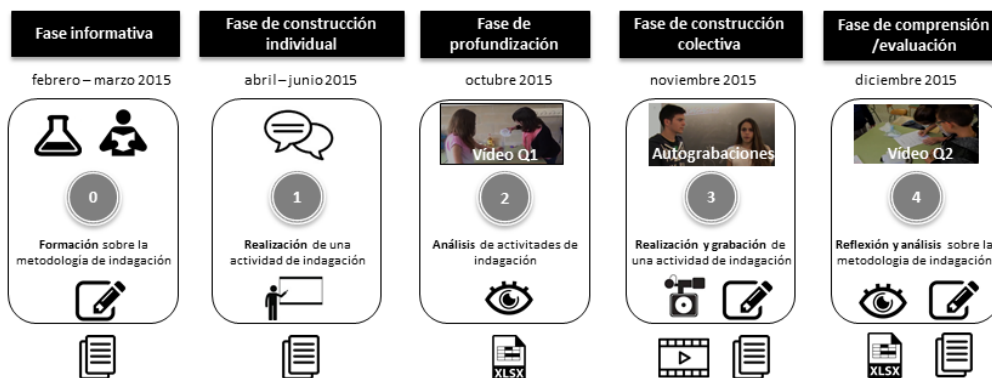


Figura 1. Esquema y fases de la experiencia

Fase informativa (curso 2014/2015)

Esta primera fase se plantea en el marco del aula universitaria. Se secuencian una serie de actividades de formación sobre la metodología de indagación centrada en la introducción y comprensión de las habilidades científicas: seminario *Process Skills Workshop, Exploratorium* (Rankin, L., 2006), ejemplos prácticos planteados en el aula y recogidos en la “Libreta de ciencias” de cada estudiante y lecturas reflexivas.

Fase de construcción individual (curso 2014/2015)

Propuesta y ejecución de una actividad de indagación en las correspondientes escuelas donde trabajan los aprendices de 2º curso del Grado de Educación Primaria en la modalidad dual (escuelas rurales). Esta fase se desarrolla a lo largo de dos etapas: i) entrevista con el profesorado universitario para plantear, orientar y profundizar sobre la propuesta de indagación a realizar en la escuela; ii) realización de la actividad indagadora en la escuela conducida por el maestro en formación. El estudiante presenta un documento escrito que resume la estructura, metodología y planteamiento teórico (haciendo hincapié en el desarrollo de las habilidades científicas) de la indagación realizada en el aula de Primaria.

Fase de profundización (curso 2015/2016).

Se analizan con la herramienta LINCE (Gabín *et al.*, 2012) clips de vídeos de actividades de investigación desarrolladas en contextos escolares reales. Los análisis de los estudiantes se confrontan con los realizados por 3 docentes universitarios en ejercicio. Se elabora un discurso de la indagación mediante la visualización y reflexión en grupo de dos vídeos con ejemplos de buenas prácticas en la indagación: uno grabado en el contexto de un aula de 3º de Primaria y otro realizado por los mismos profesores de la universidad.

Fase de construcción colectiva (curso 2015/2016)

Distribuidos en 18 grupos, los estudiantes universitarios eligen una de las actividades de indagación desarrolladas el curso anterior por ellos mismos. Esta experiencia sirve de base para producir un vídeo donde ejemplifican dicha indagación, tratando de mejorar su planteamiento, estructura y metodología en base a lo aprendido hasta el momento. El

conjunto de materiales videográficos es compartido y visualizado por todo el grupo de forma que se convierte en una herramienta de formación colectiva.

Fase comprensión/evaluación (curso 2015/2016)

A partir de los vídeos producidos en la fase anterior planteamos dos pruebas de evaluación final: un cuestionario tipo test de clips (*Typeform*) y la reflexión escrita sobre el tratamiento de alguna habilidad de indagación en vídeos ajenos.

RESULTADOS

Durante la fase informativa y de construcción individual, se realiza una valoración tanto de la “Libreta de Ciencias” como de los documentos que recogen las experiencias indagadoras realizadas por los maestros en formación tanto en el aula universitaria como en un contexto escolar real. La valoración es realizada y consensuada por 3 expertos universitarios y se establece una escala del 1 al 4 para evaluar dichos documentos. Esta escala está fundamentada en una adaptación del modelo de valoración presentado por Seung *et al.*, 2014 y por el seminario *Process Skills Workshop, Exploratorium* (Rankin, L., 2006) y trata de evaluar la estructura y etapas del proceso indagador realizado (Seung *et al.*, 2014) y la implementación adecuada de las habilidades científicas (Rankin, L., 2006). Los resultados obtenidos muestran que más del 60 % de los estudiantes carece de una estructura de indagación clara y apenas emplea las habilidades científicas como un recurso para construir sus experiencias de investigación. Las explicaciones realizadas por los estudiantes en sus documentos son meramente descriptivas y, en la mayoría de los casos, narran sus experiencias como simples *recetas* sin profundizar en las etapas del proceso desarrollado sin ni siquiera mencionar las capacidades y habilidades que están tratando de ejecutar. Por ejemplo, en el gráfico 1, se muestran los resultados de las valoraciones realizadas de “la libreta de ciencias” donde los estudiantes han analizado y reflexionado sobre cuatro actividades indagadoras (A, B, C y D) propuestas en el aula universitaria. El **gráfico 1** muestra el porcentaje de alumnos por cada valoración numérica en las diferentes actividades llevadas a cabo y revela una carencia importante de experiencia en indagación científica. La mayor parte de los estudiantes se encuentran dentro de las valoraciones 1 y 2, obteniendo un promedio general 2’13, factor que demuestra la baja transferencia de la formación teórica recibida a la práctica metodológica. Probablemente, en esta primera etapa de formación, los estudiantes todavía mantienen modelos educativos previos de su enseñanza obligatoria en los que existe una carencia de experiencias investigadoras.

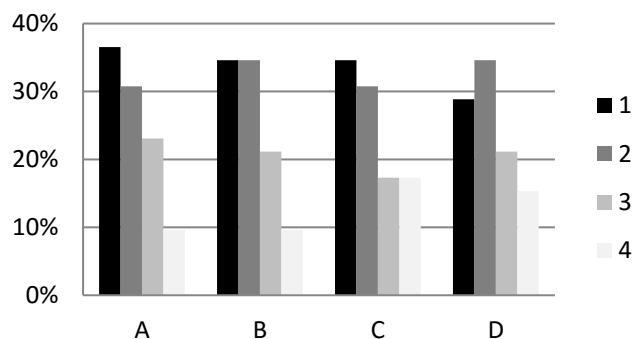


Gráfico 1: Resultados obtenidos en la fase informativa.

Tras la fase de construcción individual, se decide hacer especial hincapié en la formación y entendimiento de las diferentes habilidades científicas como un método de andamiaje

educativo para construir más satisfactoriamente sus actividades investigadoras. Por ello, y a modo de diagnóstico, los estudiantes analizan mediante la herramienta LINCE la ejecución de las habilidades científicas en diferentes vídeos cortos que ejemplifican extractos de experiencias indagadoras grabadas en contextos escolares reales. Los resultados obtenidos de los estudiantes son confrontados con el análisis realizado por tres docentes universitarios (cuyo grado de coincidencia en el análisis fue del 100%). En el **gráfico 2**, se muestra el porcentaje de estudiantes que coinciden con los docentes universitarios en la identificación de cada una de las habilidades. Se observó que, a pesar de conocer las etapas de un proceso indagador, los maestros en formación presentaban debilidades importantes para identificar ciertas habilidades científicas en los videos analizados. Superan únicamente el 60 % de coincidencia aquellas habilidades que pueden resultar más generales y que no implican un cierto grado de conocimiento específico de la metodología indagadora (comunicar y realizar investigaciones).

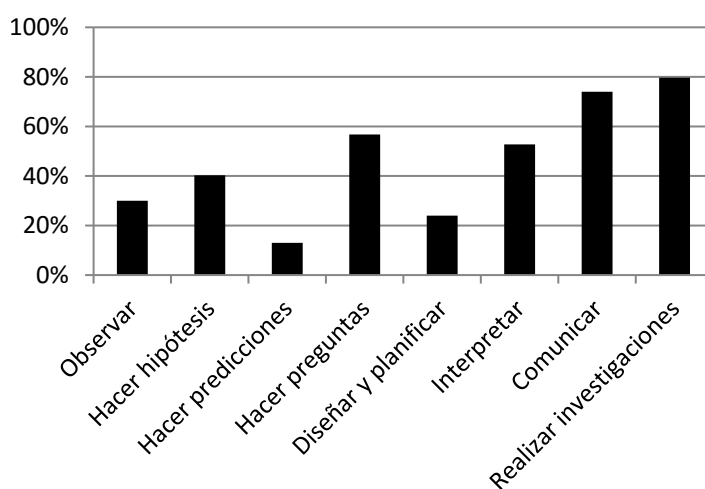


Gráfico 2: Resultados obtenidos en la fase de profundización.

Posteriormente, los maestros en formación reflexionan y analizan conjuntamente con el profesorado universitario grabaciones de experiencias indagadoras completas realizadas tanto en un aula de 3° de Educación Primaria como otras desarrolladas por expertos de la Universidad. Tras la fase de construcción colectiva (en la que los estudiantes producen y comparten un vídeo sobre experiencias indagadoras propias, ver sección *Metodología*), se realiza una fase de evaluación en la que se recogen una serie de evidencias cualitativas y cuantitativas. En primer lugar, y mediante la herramienta *Typeform* (<https://videoindagaci.typeform.com/to/dQS7Zj>), se analizan ocho fragmentos de vídeo diferentes extraídos de las grabaciones de los maestros en formación. En cada uno de estos fragmentos, 3 expertos universitarios coinciden que se ejemplifica satisfactoriamente una habilidad científica. El **gráfico 3** muestra la habilidad científica representada en cada fragmento de vídeo según los expertos universitarios así como las respuestas realizadas por los maestros en formación. En global, los resultados indican que el porcentaje de identificación de las habilidades indagadoras por parte de los estudiantes es superior al 60%, indicando una clara mejora con respecto a los resultados obtenidos previamente a la introducción del vídeo en el modelo educativo que presentamos. Es muy indicativo, la elevada coincidencia de los estudiantes con los expertos universitarios en algunas habilidades científicas que inicialmente eran detectadas pobremente por los maestros en formación (por ejemplo, diseñar una investigación, interpretar o hacer preguntas han sido habilidades identificadas correctamente por más del 80% de los

estudiantes). Sigue existiendo algo de confusión cuando tratan de detectar la formulación de hipótesis. Probablemente, el bajo grado de conocimiento específico sobre el concepto o contenido científico tratado en el correspondiente proceso indagador analizado, puede conllevar a confundir la hipótesis con la predicción.

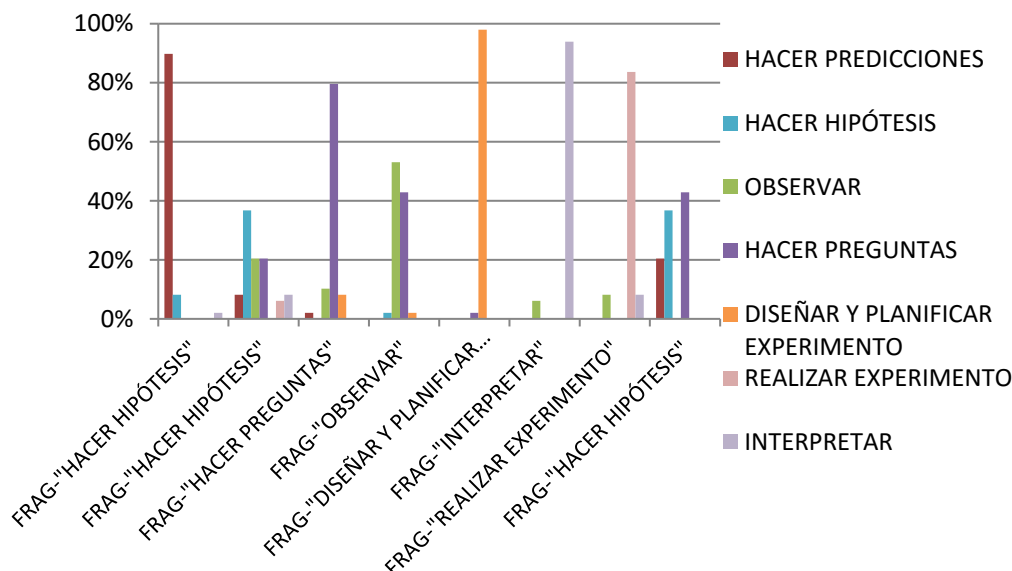


Gráfico 3: Resultados obtenidos en la fase de comprensión/evaluación.

Cabe destacar que debido a los buenos resultados recogidos en la fase informativa, la habilidad “Comunicar” no se ha tenido en cuenta; por otra parte, se ha considerado oportuno no situar ningún fragmento que correspondiera a la habilidad “Hacer predicciones” por falta de buenos ejemplos en los clips de vídeo realizados por los estudiantes.

En líneas generales se puede afirmar que su identificación y conocimiento de las diversas habilidades científicas ha mejorado notablemente entre la gran mayoría de estudiantes. Analizando las grabaciones de vídeo realizadas por los maestros en formación, también se observa una clara mejora en el planteamiento global de las experiencias indagadoras. En general, se representan adecuadamente las diferentes habilidades científicas y, además, se consigue una buena conexión entre ellas. De esta manera, se generan planteamientos y metodologías satisfactorias para una clase de ciencias en primaria.

Finalmente, los maestros en formación también realizan una reflexión escrita sobre la ejecución de las habilidades científicas desarrolladas en sus producciones indagadoras grabadas en vídeo. En sus reflexiones, los estudiantes muestran descripciones y análisis muy satisfactorios sobre las diferentes habilidades científicas y como éstas ayudan a estructurar un buen proceso investigador. Por ejemplo, sobre formular preguntas en un proceso indagador, S.A. destaca la importancia de “plantear una pregunta básica de investigación como: ¿qué ha provocado que los imanes se unan?”; sobre la formulación de hipótesis, S.B. comenta “... se plantea inicialmente como la forma de las palas de la rueda es previsible que ayude a facilitar el movimiento del agua porque puede hacer más o menos fuerza. Como se habla de la forma se están refiriendo a la posible teoría científica y, por tanto, a una hipótesis”. J.R describe la planificación experimental realizada en una de sus indagaciones analizadas “tratan de dar respuesta a la pregunta

investigable: ¿qué toallita se secará antes?, con qué variables trabajan, qué quieren medir y el patrón o secuencia que siguen”.

CONCLUSIONES

La experiencia descrita muestra como la introducción del vídeo, como herramienta que ha permitido ejemplificar y acercar el contexto escolar al aula universitaria, ha permitido que maestros en formación puedan construir mejores y coherentes experiencias científicas indagadoras. En este proceso, los estudiantes se han centrado principalmente en el estudio y análisis de habilidades científicas como un método de andamiaje para elaborar procesos indagadores.

La propuesta se puede considerar innovadora si atendemos a nuestra baja tradición de análisis de la actividad, especialmente en la formación de maestros con el uso de herramientas tecnológicas, en este caso el uso del vídeo. Desde nuestro punto de vista, dicha estrategia ha facilitado la relación teoría-práctica desde la actuación profesional concreta y por lo tanto aporta vías para el desarrollo del pensamiento profesional y la reflexividad. Además centra el foco de interés en la indagación y su aprendizaje por parte de docentes en formación como herramienta metodológica en la didáctica de las ciencias experimentales.

REFERENCIAS

- Barrow, L. H. (2006). A brief history of inquiry: from Dewey to Standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17, 265-278
- Bryan, L. A., y Abell, S. K. (1999). Development of professional knowledge in learning to teach elementary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 121-139.
- Calderhead, J. (1988). Introduction. In J. Calderhead (Ed.), *Teachers' professional learning* (pp. 1-11). London: Falmer Press
- Climent, N., Romero-Cortés, J. M., Carrillo, J., Muñoz-Catalán, M., y Contreras, L. C. (2013). ¿Qué conocimientos y concepciones movilizan futuros maestros analizando un vídeo de aula? *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 16(1), 13-36.
- Demir, A., y Abell, S. K. (2010). Views of Inquiry: Mismatches Between Views of Science Education Faculty and Students of an Alternative Certification Program. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(6), 716-741.
- Gabín, B., Camerino, O., Anguera, M. T. y Castañer, M. (2012). Lince: Multiplatform sport analysis software. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 4692-4694. Último acceso el 24 de febrero de 2016, desde <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812020563>.
- Kang, N. H., Orgill, M., y Crippen, K. J. (2008). Understanding teachers' conceptions of classroom inquiry with a teaching scenario survey instrument. *Journal of Science Teacher Education*, 19, 337-354.
- National Research Council (NRC). (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education. Board on Science Education, Division of

Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.

National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council (NRC). (1996). *The National Science Education Standards*. Washington D.C.: National Academy Press.

Pedaste, M.; Mäeots, M.; Siiman, L.A.; de Jong, T.; van Riesen, S.A.N.; Kamp, E.T.; Manoli, C.C.; Zacharia, Z.C.; y Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61.

Rankin, L. (2006). Institute for Inquire,. Process skills workshop, Exploratorium, San Francisco. Último acceso el 24 de febrero de 2016, desde <http://www.exploratorium.edu/education/ifi/workshops/facilitators-guides>

Seung, E.; Park, S. y Jung, J. (2014). Exploring preservice elementary teachers' understanding of the essential features of inquiry-based science teaching using evidence-based reflection. *Research in Science Education*, 44, 501-529.

Schmidt, M., y Datnow, A. (2005). Teachers' sense-making about comprehensive school reform: The influence of emotions. *Teaching and Teacher Education*, 21, 949-965.

Smith, L. K., y Southerland, S. A. (2007). Reforming practice or modifying reforms?: Elementary teachers' response to the tools of reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 396-423

Tratamiento que se da al tema de radiactividad en una muestra de libros de texto de 3º de la ESO

Domínguez, J. M., Corbelle, J.

Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais. Universidade de Santiago de Compostela.

josemanuel.dominguez@usc.es

RESUMEN

En el presente trabajo se revisan los contenidos sobre radiactividad en una muestra de libros de texto de 3º de ESO y se analiza el tratamiento que, en los mismos, se da a esta temática.

PALABRAS CLAVE

Radiactividad, libros de texto, ESO.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se deriva de otros dos anteriores (Corbelle Cao y Domínguez Castiñeiras, 2015; Domínguez Castiñeiras y Corbelle Cao, 2016). En el primero de ellos se analizó el estado de la investigación didáctica en el campo conceptual de la radiactividad. En el segundo, presentado a este 27 edce, se investigaron las formas de pensar del alumnado sobre radiactividad al finalizar la enseñanza secundaria obligatoria.

Teniendo en cuenta los posibles orígenes de las concepciones alternativas (Pozo, 1996) - *sensorial* o de concepciones espontáneas, *educativo* o de concepciones escolares y *cultural* o de concepciones sociales- y dado que la radiactividad es un fenómeno que no es percibido por nuestros sentidos, cabe esperar que aquellas formas de pensar procedan de los ámbitos educativo y social.

En el ámbito educativo, se ha puesto de manifiesto la importancia del libro de texto en la planificación de la enseñanza (Sánchez y Valcárcel, 1999; Harlen y Holroyd, 1997; Lee y Porter, 1993)

En este trabajo, se ha revisado una muestra de libros de texto de 3º de ESO, nivel educativo en que se aborda esta temática. Además, se ha establecido la posible relación de las formas de pensar del alumnado (Domínguez Castiñeiras y Corbelle Cao, 2016) con la información aportada por la muestra de libros citada.

Queda abierta esta investigación para establecer si los medios de comunicación social pueden actuar como fuentes potenciales de concepciones alternativas (Eijkelhof y Millar, 1988; 1990; Acar, 2010) y contribuir así a las deficiencias encontradas en las formas de pensar del alumnado de la muestra, puestas de manifiesto en el trabajo citado (Domínguez Castiñeiras y Corbelle Cao, 2016).

Problemas de investigación:

1. ¿Qué tratamiento se da al tema de radiactividad en los libros de texto de 3º ESO seleccionados?
2. ¿Existe alguna relación entre las ideas de los estudiantes y la información aportada por los libros de texto analizados?

METODOLOGÍA

Para dar respuesta a dichos problemas de investigación, se ha seguido la metodología que a continuación se describe.

Muestra

Se han seleccionado cuatro libros de texto de 3º de ESO, de la materia de Física y Química, de amplia implantación en todo el territorio español (*Cuadro 1*). Se ha elegido el nivel educativo de 3º de ESO por ser el último curso de la enseñanza obligatoria en el que se abordan contenidos relativos a la radiactividad. Los contenidos de dichos libros de texto han sido elaborados de acuerdo con el currículo oficial establecido por la Xunta de Galicia (XUGA, 2007)

- A. Zubiaurre, S. y otros (2011). *Física y Química 3 ESO*. Madrid: Anaya.
- B. Duñach, M. y Masjuán, M. D. (2011). *Física y Química 3 ESO*. Barcelona: Casals.
- C. Vidal, M. C. y otros (2010). *Física y Química 3 ESO*. Madrid: Santillana.
- D. Puente, J. y otros (2011). *Física y Química 3 ESO*. Madrid: SM.

Cuadro 1. Libros de texto analizados

Instrumentos de recogida y análisis de la información

La información se recogió y analizó desde dos perspectivas:

- a. Si dan respuesta a las principales dificultades de aprendizaje y enseñanza que la investigación educativa ha puesto de manifiesto sobre: *las fuentes radiactivas; la diferenciación entre irradiación y contaminación; el alcance y modo de propagación de la radiación; la diferenciación entre radiactividad, materia radiactiva y radiación; el átomo radiactivo; el período de semidesintegración, actividad y dosis; los factores que afectan al proceso radiactivo; y las medidas protectores y efectos de la radiación.*
- b. Si siguen la secuencia didáctica propuesta por Millar *et al.* (1990), que se toma como modelo. Para ello se consideran como categorías de análisis, las cuatro etapas de dicha secuencia didáctica: *orientación fenomenológica, tratamiento macroscópico cualitativo, tratamiento macroscópico cuantitativo, tratamiento microscópico.*

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar se ha de señalar que en los libros de texto de la muestra la radiactividad recibe un tratamiento muy escaso dedicándole solamente dos páginas, a excepción del libro de texto D, que le dedica tres. A continuación se comentan cada una de las categorías de análisis.

Sobre las fuentes radiactivas

Solo el libro de texto A hace alguna referencia a esta categoría, mostrando un gráfico de sectores circulares en el que se indican los porcentajes de dosis absorbida por el ser

humano procedente de las principales fuentes radiactivas naturales y artificiales. En los demás libros de la muestra no hay referencias a las diferentes fuentes radiactivas.

Por tanto, no se resuelven los principales problemas que la investigación didáctica ha señalado: relacionar la radiactividad con dispositivos tecnológicos de muy diversa índole (horno microondas, teléfonos móviles, etc.); no ser conscientes de que la radiactividad es un fenómeno natural y que estamos continuamente expuestos a radiación ionizante; que las fuentes radiactivas artificiales son percibidas como más peligrosas y dañinas; o concebir las fuentes radiactivas como constituidas únicamente por átomos radiactivos.

Sobre la diferenciación entre irradiación y contaminación

Un pensamiento generalizado tanto entre alumnado como en profesorado en formación es que una sustancia que ha sido expuesta a radiación ionizante se convierte en radiactiva, confundiendo irradiación con contaminación. En ninguno de los libros analizados se explica la diferencia entre estos dos conceptos. Por ejemplo, los libros B y D solo mencionan la irradiación como un método de esterilización de material médico o de alimentos. El libro de texto A indica, además, que la irradiación no constituye contaminación, pero sin aclarar la diferencia entre ambos conceptos. El libro C no trata esta cuestión.

Sobre el alcance y modo de propagación de la radiación

Ninguno de los libros analizados aborda el problema del alcance de la radiación y no diferencian entre la propagación de la radiación misma y la propagación de las sustancias radiactivas. Mientras la primera tiene un alcance local, las segundas pueden recorrer grandes distancias como, por ejemplo, una nube contaminada con sustancias radiactivas.

Sobre la diferenciación entre los conceptos radiactividad, materia radiactiva y radiación

En todos los libros de texto se mencionan dichos términos, pero no con una intencionalidad didáctica aclaratoria o diferenciadora entre ellos. Este aspecto simplemente no se trata, aunque el uso indiferenciado de los mismos constituye uno de los problemas de aprendizaje que ha puesto de manifiesto la investigación educativa (Millar *et al.*, 1990; Prather y Harrington, 2001)

Sobre el átomo radiactivo

El libro de texto A define la radiactividad desde un punto de vista fenomenológico como “la emisión espontánea de radiación por parte de algunas sustancias llamadas radiactivas”. En cambio, los libros B, C y D la describen como un proceso de origen nuclear en el que se emiten partículas y/o radiación procedentes del núcleo de los átomos. Los tres textos aclaran que los átomos que sufren este proceso se denominan isótopos radiactivos o radioisótopos y justifican este proceso por la inestabilidad del núcleo atómico. El libro B añade que hay una transformación de átomos de un elemento químico en átomos de otro elemento (*Figura 2*)

Ya sabemos que la mayoría de los elementos están formados por una mezcla de isótopos. Algunos de estos isótopos son inestables: del núcleo de sus átomos salen partículas a gran velocidad.

En la radiactividad, el núcleo de un átomo se transforma espontáneamente en otro: átomos de un elemento se transforman en átomos de otro elemento.

Figura 2. Introducción del concepto de radiactividad. Libro B.

Los cuatro textos hacen una descripción de las partículas y radiación emitidas, bien mediante texto e ilustraciones (Libros B y C; ver *Figura 3*) o solo mediante texto (Libros A y D)

Curiosamente, ninguno de los libros usa el término radiación ionizante para referirse a la radiación emitida por un isótopo radiactivo. En su lugar se dice que la radiación emitida es de “alta energía” o “muy alta energía”. Es llamativo que el libro C al referirse a la radiación α afirme correctamente que “se llama radiación ionizante”, no mencionándolo para la radiaciones β y γ , como si estas no lo fueran (ver *Figura 3*)

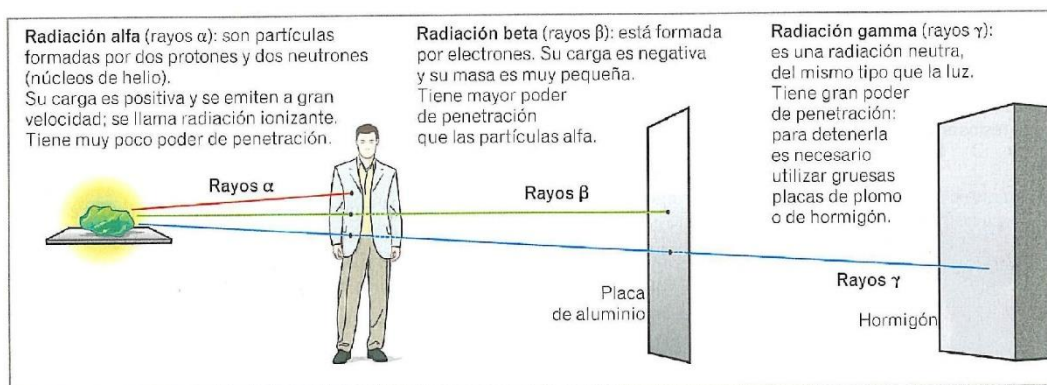


Figura 3. Tipos de emisiones radiactivas. Libro C.

Ninguno de los libros de texto analizados incluye ilustraciones y/o explicaciones mediante texto para clarificar la transformación del núcleo atómico. Sin embargo, sí se usa un modelo atómico-nuclear para ilustrar los procesos de fusión y fisión nucleares (*Figura 4*)

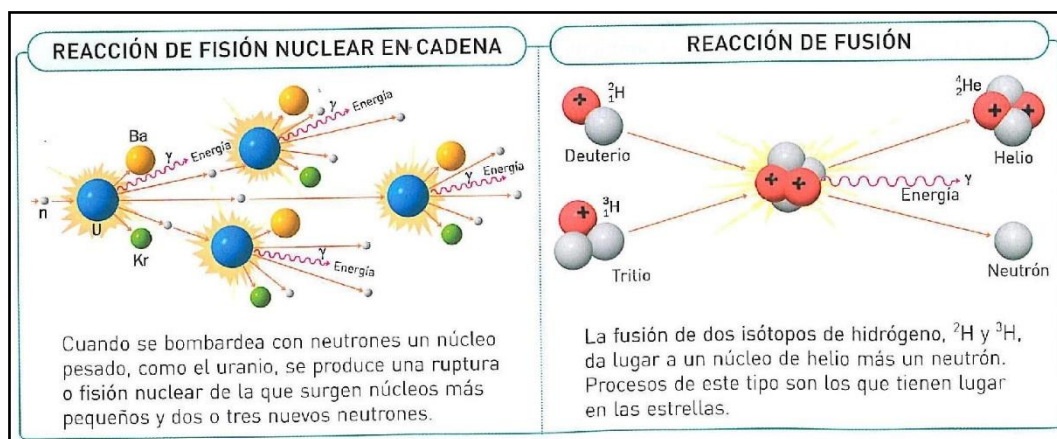


Figura 4. Fisión y fusión nucleares. Libro D.

Sobre los conceptos período de semidesintegración, actividad y dosis

Estos conceptos apenas son tratados. En el libro de texto A se define el período de semidesintegración, pero no se pone énfasis en promover que el alumnado cambie su forma de pensar (Prather y Harrington, 2001): *que la mitad de los átomos radiactivos desaparecen después de un tiempo igual a un período de semidesintegración*. En relación al concepto de dosis, este libro propone al alumnado que investigue sobre su significado, haciendo referencia al gráfico de sectores circulares ya mencionado (*Figura 1*). También se comenta que “Sin embargo, si la dosis de radiación recibida es adecuada, el uso de radioisótopos u otras formas de radiación presenta numerosas aplicaciones.”, sin aclarar qué significa dosis adecuada. El término actividad no se menciona.

En el libro de texto B solo se señala el término “dosis de tolerancia” al referirse a “las consecuencias perniciosas de la radiación”. Tampoco aquí se define o explica el concepto. Los otros dos conceptos no son mencionados.

El libro de texto C habla del término actividad solo para clasificar los residuos radiactivos en residuos de alta, baja y media actividad. Curiosamente en este libro y en uno de sus márgenes, se indica que “cada isótopo se desintegra a un ritmo que depende de la cantidad de átomos presentes y de su tipo” pero no se indica que, precisamente, ese es el significado de actividad.

Finalmente, en el libro de texto D, al igual que en el C, solo se menciona la actividad para clasificar los residuos radiactivos, pero tampoco se define ni explica el concepto. Más adelante se dice que el almacenamiento de los residuos “plantea problemas graves ya que pueden mantener la actividad radiactiva durante miles de años.” Esta afirmación puede inducir en el alumnado la creencia de que dicha actividad se mantiene constante durante todo ese tiempo. De hecho, este pensamiento parece estar presente entre alumnado de secundaria (Gutiérrez *et al.*, 2000) y también ha sido puesto de manifiesto entre profesorado en formación (Aubrecht y Torick, 2000)

Sobre los factores que afectan al proceso radiactivo

La investigación educativa ha puesto de manifiesto que tanto alumnos (Nakiboğlu y Bülbül, 2006) como profesores en formación (Aubrecht y Torick, 2000) creen que la temperatura, el estado de agregación o la combinación química afectan al proceso radiactivo. Este aspecto tampoco es tratado por los libros de la muestra analizada. Solo el libro D, en un margen de la segunda página, plantea como problema si se conseguirá eliminar la radiactividad al tratar un trozo de pechblenda (UO_2) con ácido nítrico, obteniendo nitrato de uranilo.

Sobre medidas protectoras y efectos de la radiación

El libro A se refiere únicamente a que “los científicos han puesto de manifiesto lo peligrosas que pueden llegar a ser estas radiaciones de alta energía”, refiriéndose a los rayos X y a la radiactividad. El libro B tiene un apartado titulado “Peligros de la radiación” en el que se afirma que “para el ser humano puede resultar mortal exponer su cuerpo a las radiaciones”. Se debe señalar que, junto con las afirmaciones anteriores, en ningún momento se hace referencia al concepto de dosis. El libro C, por su parte, se refiere a los residuos radiactivos como “muy peligrosos”, “muy duraderos” y que “pequeñas cantidades de residuo pueden emitir radiación peligrosa para la salud humana”. Por último, el libro D solo menciona que “los isótopos radiactivos pueden ocasionar daños en las células vivas, por lo que su manejo es peligroso y exige unas medidas de seguridad extraordinarias”, sin aclarar a partir de qué valores son peligrosos y hay que tomar tales medidas.

En ninguno de los libros analizados se mencionan los tres factores a tener en cuenta para la protección frente a las radiaciones ionizantes: distancia, tiempo de exposición y blindaje.

Sobre la secuencia didáctica seguida

Por otra parte, como ya se mencionó en la metodología, nos planteamos el análisis de los libros de texto desde una segunda perspectiva: examinar en qué medida siguen una secuencia didáctica similar a la propuesta por Millar *et al.* (1990). En este sentido se debe señalar que ninguno de los libros analizados lo hace. En su lugar, el tratamiento que realizan se puede resumir en las siguientes partes:

- Una aproximación al concepto de proceso radiactivo desde un punto de vista nuclear (excepto el libro A) y a los tipos y características de las radiaciones emitidas.
- Una breve descripción de las reacciones de fisión y fusión nuclear, así como de los residuos radiactivos, excepto el libro A que no trata estos temas; en su lugar hace referencia a las fuentes radiactivas naturales y artificiales. Tampoco es tratado por el libro B que, en su lugar, trata los conceptos de radiactividad natural y artificial.
- Una enumeración de diferentes aplicaciones de los isótopos radiactivos y algunos comentarios sobre los peligros de la radiación sobre la materia viva.

Por tanto, no se parte de experiencias fenomenológicas próximas al alumnado, no se realiza un tratamiento macroscópico cualitativo y cuantitativo con la intencionalidad didáctica de resolver los problemas de aprendizaje puestos de manifiesto por la investigación educativa y, finalmente, no se aborda el tratamiento de la radiactividad desde un punto de vista atómico-nuclear con la intención de que sirva de modelo para explicar los aspectos fenomenológicos y macroscópicos señalados.

CONCLUSIONES

De la discusión de resultados se derivan algunas conclusiones que consideramos relevantes:

Relacionadas con el primer problema de investigación: ¿Qué tratamiento se da al tema de radiactividad en los libros de texto de 3º ESO seleccionados?

Se ha de señalar el escaso tratamiento que, sobre el tema, hacen los libros de la muestra.

No se hace explícita nuestra continua exposición a la *radiación ionizante* procedente de fuentes radiactivas naturales.

La diferencia entre los términos *irradiación* y *contaminación* no es aclarado, por lo que no se contribuye a cambiar la creencia de que una sustancia que ha sido expuesta a radiación ionizante se convierte en radiactiva, como si se contaminara.

No se señala el diferente *modo de propagación* de la radiación y de las sustancias radiactivas, para poner en evidencia que, mientras la primera tiene un alcance local, las segundas pueden recorrer grandes distancias al ser transportadas por un determinado medio.

Se mencionan los términos *radiactividad*, *materia radiactiva* y *radiación*, pero no se aclara su diferente significado.

El tratamiento de los conceptos de *periodo de semidesintegración*, *actividad* y *dosis*, es insuficiente. Lo mismo ocurre con los *factores* que pueden afectar al proceso radiactivo.

Con respecto a los *efectos de la radiación*, se coincide en el peligro de la misma, pero en ningún momento se hace mención al concepto de *dosis* ni se aclara a partir de qué valores es peligrosa. De este modo, no se aportan elementos para valorar los riesgos asociados a las radiaciones ionizantes y las medidas de seguridad apropiadas.

La *emisión de radiación* se describe como un proceso de origen nuclear en el que se emiten partículas y/o radiación procedente del núcleo de los átomos y, como consecuencia, la transformación de un elemento químico en otro diferente; pero no se proponen ilustraciones de un modelo análogo microscópico que ilustre y contribuya a dar significado a dicha transformación.

Hemos de señalar, finalmente, que no se parte de *experiencias fenomenológicas* cercanas, que permitan construir y dar significado al discurso explicativo de la ciencia escolar.

Relacionadas con el segundo problema de investigación: ¿Existe alguna relación entre las ideas de los estudiantes y la información aportada por los libros de texto analizados?

El tratamiento superficial e incompleto de este tema en los libros de texto de la muestra, no contribuye a resolver las dificultades de aprendizaje señaladas:

Apenas se mencionan las principales *fuentes de radiación ionizante de origen natural* por lo que, probablemente, no se adquiere la consciencia de que el planeta Tierra siempre ha estado expuesto a este tipo de radiaciones, incluso desde antes de la aparición del ser humano.

El inadecuado tratamiento de cómo la *radiación interacciona con la materia*, deja abierta la posibilidad a que se pueda interpretar que aquella quede almacenada en el interior de esta, como un contaminante más, con posibilidad de ser irradiada de nuevo.

El concepto de *dosis* está ausente y no se diferencian los términos *radiactividad*, *sustancia radiactiva* y *radiación*, de ahí que las sustancias radiactivas sean consideradas siempre y en cualquier circunstancia muy peligrosas.

Las deficiencias encontradas en el alumnado parecen tener, al menos, un origen *educativo*, ámbito en el que se debe trabajar para que el alumnado y el profesorado dispongan de recursos adecuados para tratar un aspecto socio-científico tan relevante.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto EDU2012-38022-C02-01, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acar, B. (2010). Internet as a Source of Misconception: "Radiation and Radioactivity". *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(4), 94-99.

Aubrecht, G. J. y Torick, D. A. (2000). Radioactivity: A Study of Student Ideas and Development of a Curriculum Based on the Findings. En M. A. Moreira, Ed., *Proceedings of the Seventh InterAmerican Conference in Physics Education*. Porto Alegre, Brasil: IAC.

Corbelle Cao, J. y Domínguez Castiñeiras, J.M. (2015). Estado de la cuestión sobre el aprendizaje y la enseñanza de la radiactividad en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*. 33 (3), 137-158.

Domínguez Castiñeiras, J.M. y Corbelle Cao, J. (2016). Formas de pensar del alumnado sobre radiactividad al finalizar la enseñanza secundaria obligatoria. Comunicación aceptada al 27 Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Badajoz.

Eijkelhof, H. M. C. y Lijnse, P. (1988). The role of research and development to improve STS education: experiences from the PLON project. *International Journal of Science Education*, 10(4), pp. 465-474.

Eijkelhof, H. M. C. y Millar, R. (1988). Reading about Chernobyl: the public understanding of radiation and radioactivity. *School Science Review*, 70(251), pp. 35-41.

Gutiérrez, E. E., Capuano, V. C., Perrota, M. T., De la Fuente, A. M., Follari, B. del R. (2000). ¿Qué piensan los jóvenes sobre radiactividad, estructura atómica y energía nuclear? *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 247-254.

Harlen, W. y Holroyd, C. (1997) Primary teachers' understanding of concepts of science: impact on confidence and teaching. *International Journal of Science Education*, 19(1), 93-105.

Lee, O. y Porter, A. C. (1993) A teacher's bounded rationality in middle school science. *Teaching and Teacher Education*, 9(4), 397-409.

Millar, R., Klaasen, K., Eijkelhof, H. (1990). Teaching about Radioactivity and Ionising Radiation: an alternative approach. *Physics Education*, 25, 338-342.

Nakiboğlu, C. y Bülbül, B. (2006). Identifying students' misconceptions about nuclear chemistry. *Journal of Chemical Education*, 83(11), 1712-1718.

Pozo, J. I. (1996). La psicología cognitiva y la educación científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(2), 110-131.

Prather, E. E. y Harrington, R. R. (2001). Student Understanding of Ionizing Radiation and Radioactivity. *Journal of College Science Teaching*, 31(2), 89-93.

Sánchez, G. y Valcárcel, M. V. (1999) Science teachers' views and practices in planning for teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(4), 493-513.

XUGA (2007). Xunta de Galicia. Consellería de Educación e Ordenación Universitaria. Decreto 133/2007, do 5 de xullo, polo que se regulan as ensinanzas da educación secundaria obrigatoria na Comunidade Autónoma de Galicia. *Diario Oficial de Galicia*, 136, 12.032-12.199.

Análisis de guiones de laboratorio elaborados por docentes en formación de Argentina y España

Fernández, A.,* Costillo, E.,** Rivarosa, A.***

**Instituto de Educación y Conocimiento, Universidad Nacional de Tierra del Fuego, Argentina.*

nfernandez@untdf.edu.ar.

***Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas, Universidad de Extremadura. España.*

emiliocostillo@gmail.com

**** Universidad Nacional de Río Cuarto- Argentina.*

arivarosa@exa.unrc.edu.ar

RESUMEN

En la presente investigación se analizaron los guiones de actividades prácticas de laboratorio elaborados por dos grupos de profesores y profesoras en formación de Argentina y de España. Mediante un diseño cualitativo con técnicas de análisis de contenido se analizaron 16 propuestas de actividades de laboratorio. Se generaron datos con respecto a la estructura de sus guiones. Se observó que el nivel de profundización de las etapas de análisis, tratamiento de datos y comunicación de los resultados son escasos y con un fuerte corte empirista. La principal diferencia encontrada entre las producciones de ambos países tiene que ver con el componente del guion que se refiere a qué se espera de los estudiantes al finalizar el proceso de la actividad.

Palabras clave

Actividades prácticas, laboratorio, formación docente

INTRODUCCIÓN

Las actividades prácticas de laboratorio se encuentran presente en todos los diseños curriculares, en las sugerencias didácticas, en los libros de texto, e incluso hay numerosas páginas web o canales de videos. Sin embargo, los objetivos educativos que persiguen parecen no lograrse y, los profesores y profesoras optan por abandonar el eje conceptual de “lo experimental”, porque no consiguen otorgarle sentidos epistemológicos claros y motivar a sus alumnos.

Numerosos trabajos (Fernández, 2014; Rivarosa y Astudillo, 2013; De Pro Bueno, Sánchez Blanco y Valcárcel Pérez, 2008; Álvarez, 2007; Martínez Losada, y García Barros, 2003; Marques Vieira, y Tenreiro-Vieira, 2006) dan cuenta en sus análisis críticos, que las actividades de laboratorio tanto las que diseñan los propios docentes como las propuestas por los libros de texto, siguen protocolos rígidos y estructurados tipo “receta” que promueven un escaso número de habilidades, y que no se condicen con los modelos de prácticas experimentales que se desarrollan en el ámbito del quehacer científico.

Podríamos asumir, que si los trabajos prácticos son actividades diseñadas para ser realizadas por los alumnos, con un grado variable de participación en su diseño y ejecución (Carmen, 2011), que buscan promover procesos cognitivos que faciliten la comprensión de un sistema explicativo sobre un hecho o fenómeno, que implica mucho más que la “simple observación y demostración”; entonces, ese conjunto de actividades prácticas que se hilvanan con una estrategia metódica particular (rigor y calidad interpretativa), requiere desarrollar procesos y habilidades de alto valor cognitivo, que no se reducen a la manipulación de elementos y materiales de un laboratorio o campo.

Este enfoque de investigación implica entre otras cuestiones: problematizar la situación; promover el modelado de diseños posibles de interpretar y, jugar con la creatividad en la formulación; plantear preguntas que cuestionen el sentido del análisis de variables observables y teóricas; atreverse a validarlas en su resolución; atender al error experimental; analizar y cuestionar entre lo pensado-ejecutado-resultado; argumentar y ensayar respuestas y reflexionar sobre el proceso y su resultado.

Importancia de la estructura del guion

Las actividades de laboratorio bien estructuradas tienen el potencial de lograr un cambio efectivo en la estructura de conocimiento de los estudiantes, porque al identificar las ideas previas y utilizar diversas estrategias de aprendizaje logran aprendizajes más significativos (Calleja, Carrillo Chávez, González Muadás, Montagut Bosque y Sansón Ortega, 2005). A su vez, si se busca que los estudiantes se interesen por la realización de las APL (actividades prácticas de laboratorio), es necesario planificar una manera de llevarlos a la práctica y regular las percepciones y sus ideas previas (Hodson, 1994).

Sanmartí, (2002) plantea además, que las actividades prácticas de laboratorio (APL), como toda actividad de enseñanza, deben plantear claramente sus objetivos, dado que una misma actividad puede tener objetivos didácticos muy distintos. Para ello es necesario que la planificación y su diseño sean coherentes con ellos. El “guion” es el texto que se da por escrito a los estudiantes para la realización de una actividad de laboratorio. Sanmartí, (2002) sugiere la siguiente estructura:

- Un título sugerente que adelante los objetivos y anticipe la acción.
- Una concreción del objetivo principal de la APL redactado de manera que sea comprendido por el estudiante y lo motive.
- Según el tipo de APL se pueden explicitar los materiales necesarios, el procedimiento a seguir y las condiciones de seguridad. Es favorable presentarlos con dibujos y esquemas.
- Pueden incluirse orientaciones sobre la forma de recoger los datos y tratarlos (tablas, esquemas, gráficos).
- Explicitar qué se espera que elaboren los alumnos al final del proceso. Es favorable que elaboren textos en los que interrelacionen observaciones y/o argumenten divergencias.

En general, tal como plantea Fernández (2014), una organización posible para los guiones de actividades prácticas de laboratorio, debería contemplar los siguientes momentos:

- La posibilidad por parte de los estudiantes de que planifiquen y puedan tener claro el objetivo que se busca a partir de la APL.
- Una fase en la que los estudiantes realicen, mediante manipulaciones de materiales específicos, un conjunto de tareas que les permitan cumplimentar los objetivos

planteados.

- Un momento de reflexión, sistematización de datos. Un análisis e interpretación de esos datos a la luz de los marcos teóricos.
- Una fase de comunicación de los resultados en la cual, se puedan relacionar de manera argumental, aspectos comunes y diferentes entre los grupos.

Guiones que promueven investigaciones

Aportando a esta línea, Caamaño (2012), propone una interesante estructura en fases para organizar el guion de una actividad de laboratorio que favorezca el enfoque de investigación: fase de percepción e identificación del problema, fase de planificación, fase de realización, fase de interpretación y evaluación, fase de comunicación.

Las investigaciones siempre contribuyen al aprendizaje de los procedimientos de la ciencia, e incluso, es posible adquirir conocimiento conceptual. A su vez es posible diferenciarlas en investigaciones para resolver problemas teóricos o problemas prácticos basadas en la naturaleza del problema que se quiere resolver (Caamaño, 2003).

Las investigaciones para resolver problemas teóricos son aquellas que plantean problemas de interés en el marco de una teoría; y las investigaciones para resolver problemas prácticos son las que plantean problemas de interés generalmente en el contexto de la vida cotidiana (Caamaño 2012). Estas últimas no necesariamente van dirigidas a la obtención de conocimiento teórico y se relacionan más fácilmente con aspectos de ciencia, tecnología y sociedad (CTS) del currículo. En ellas el énfasis se pone más en la comprensión procedimental de la ciencia, es decir, en la planificación y realización de investigaciones, que en la obtención de conocimiento conceptual. Sin embargo, ello no significa que la percepción del problema y la planificación de su resolución no conlleven un abordaje conceptual del problema (Caamaño 2012). Es fundamental en una guía el tiempo dedicado al planteo del problema y el sentido de la “actividad experimental”, para que no sea una cuestión solo de demostración, manipulación instrumental, y/o fortalecimiento de un sentido positivista de la actividad. Si no se aborda el sentido conceptual/epistémico de la actividad, se refuerza la visión manipulativa y lineal de la experimentación (Rivarosa, Astudillo, 2013).

Estructurar el guion en estas fases, presenta un carácter fuertemente instrumental y resulta muy útil para guiar el diálogo entre el profesor y el estudiante facilitando la elaboración conjunta del procedimiento de resolución. Estos guiones podrían ir acompañados de otras informaciones que resulten de ayuda para los estudiantes (atlas de fotografías, teoría, sugerencia de páginas web, imágenes, etc.) y de orientaciones didácticas para los profesores que permitirían sugerir estrategias para tener en consideración a la hora de planificar conjuntamente la investigación.

En síntesis, la estructura textual de los guiones y los momentos que se dediquen a desarrollar la APL, son fundamentales para plantear el trabajo de laboratorio desde un enfoque de investigación. Además, según dicha estructura y el diseño que proponga el guion, denotará las concepciones de ciencia, el enfoque de enseñanza o la posibilidad de generar el desarrollo de habilidades del pensamiento científico.

MATERIALES Y MÉTODO

El objetivo de este trabajo fue analizar los guiones de actividades prácticas de laboratorio realizadas por un grupo de profesores y profesoras en formación de Argentina y de España. Durante ambos procesos de formación, problematizaron, analizaron y estudiaron

las líneas del marco teórico que sustenta este trabajo. Luego de ello, se les solicitó que elaboren y redacten una secuencia de actividad experimental de laboratorio apropiada para sus estudiantes fundamentadas en el andamiaje teórico propuesto por ambas ofertas formativas (Argentina y España).

El estudio se llevó a cabo desde un enfoque cualitativo, empleando el método de análisis de contenido en el proceso de sistematización, y aplicando las categorías de análisis propuestas en Fernández (2014). La muestra estuvo conformada por dos grupos de trabajo: el primero corresponde a 8 docentes participantes del curso de posgrado *El laboratorio como estrategia de enseñanza* en Argentina y el segundo corresponde a 8 grupos de profesores en formación que cursan el Máster Universitario en Formación del Profesorado en Educación Secundaria de la Universidad de Extremadura (España) en la Especialidad de Biología y Geología.

Se elaboró el análisis de los guiones en función de la estructura propuesta por Sanmartí (2002) y Fernández (2014).

Componente del guion	Indicador
Título	Sugerente
	Anticipa objetivos
Objetivo	Comprensible
	Motivador
Materiales	Enunciados
	Esquemáticos
Procedimiento	Enunciados
	Esquemáticos o dibujados
Recolección y tratamiento de datos	Tablas
	Esquemas
	Gráficos
	Dibujos
Que se espera al final del proceso.	Elaborar de textos.
	Interrelacionar aspectos observados
	Justificar lo observado
	Argumentar divergencias
	Construir una V de Gowin
	Relación fenómenos – teoría

Tabla 1: Estructura de un guion de actividad práctica de laboratorio. Adaptado de Sanmartí (2002) y Fernández (2014)

RESULTADOS

Se analizó cada guion (16 en total) en base a los criterios mencionados indicando la presencia o ausencia de cada uno de los componentes mencionados en la tabla 1.

Los resultados pueden observarse en la Figura 1. Al analizar los datos, es significativo notar que en casi la totalidad de las APL, está presente el ítem “procedimiento a seguir”

y “la información sobre los materiales”; presentándose en menor proporción los otros ítems.

Es notorio observar que en menos de la mitad de ellas, el objetivo principal que se pretende lograr no está enunciado (Figura 1). Además es llamativo que en el ítem en el que se debe expresar lo que se espera de los estudiantes al final del proceso, se promueve la interrelación entre datos y resultados obtenidos, pero no se solicita que se justifiquen esas interrelaciones ni que se vinculen con los marcos teóricos de los contenidos disciplinares que se abordan en las APL. Se puede inferir que existe una dificultad para delimitar la situación problematizada. Lo esperado al final de la actividad se reduce solamente a la comunicación mediante un informe escrito u otra estrategia (presentación multimedia, folleto, uso de redes sociales) pero no se exigen argumentaciones, justificaciones o explicaciones que den cuenta de la vinculación con el contenido trabajado en la actividad.

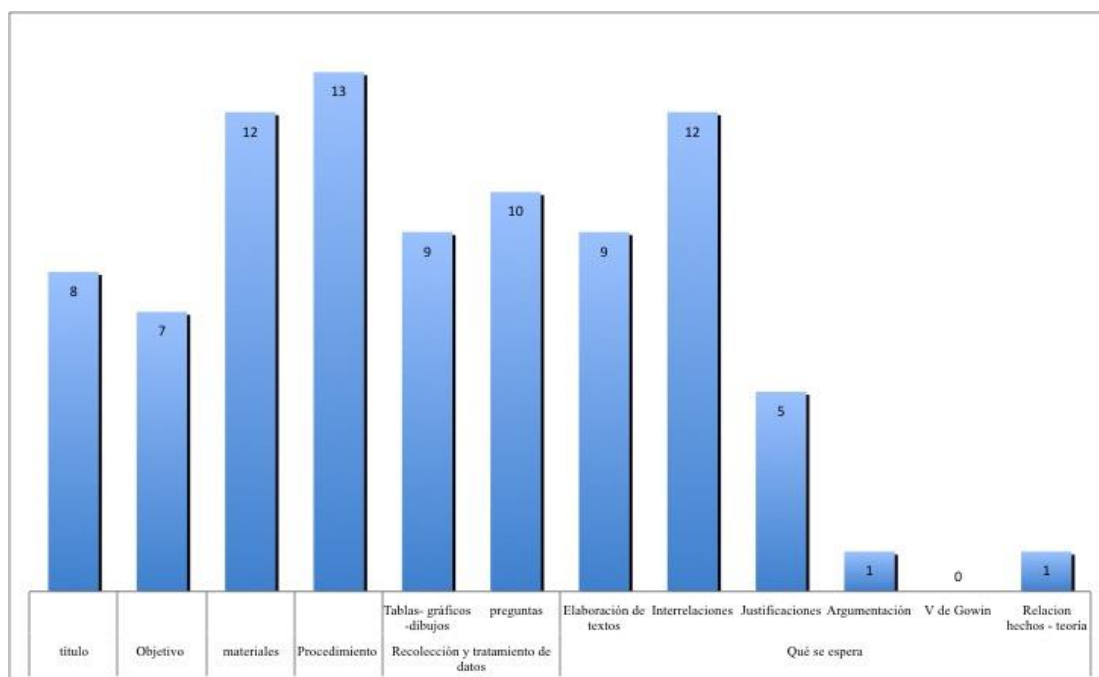


Figura 1: Componentes del guion total de APL

Al comparar las actividades realizadas por los docentes de España con las realizadas por los de Argentina se hallaron importantes discrepancias (Figura 2). La principal diferencia encontrada tiene que ver con el componente del guion que se refiere a qué se espera de los estudiantes al finalizar el proceso de la actividad. En las elaboradas por profesoras argentinas, a pesar de no requerir habilidades complejas en la finalización de la APL, está presente algún tipo de actividad. Sin embargo en las elaboradas por profesores españoles, se presentan muy escasamente estas tareas. Sólo se limitan a solicitar observaciones directas y obtener conclusiones a partir de estas.

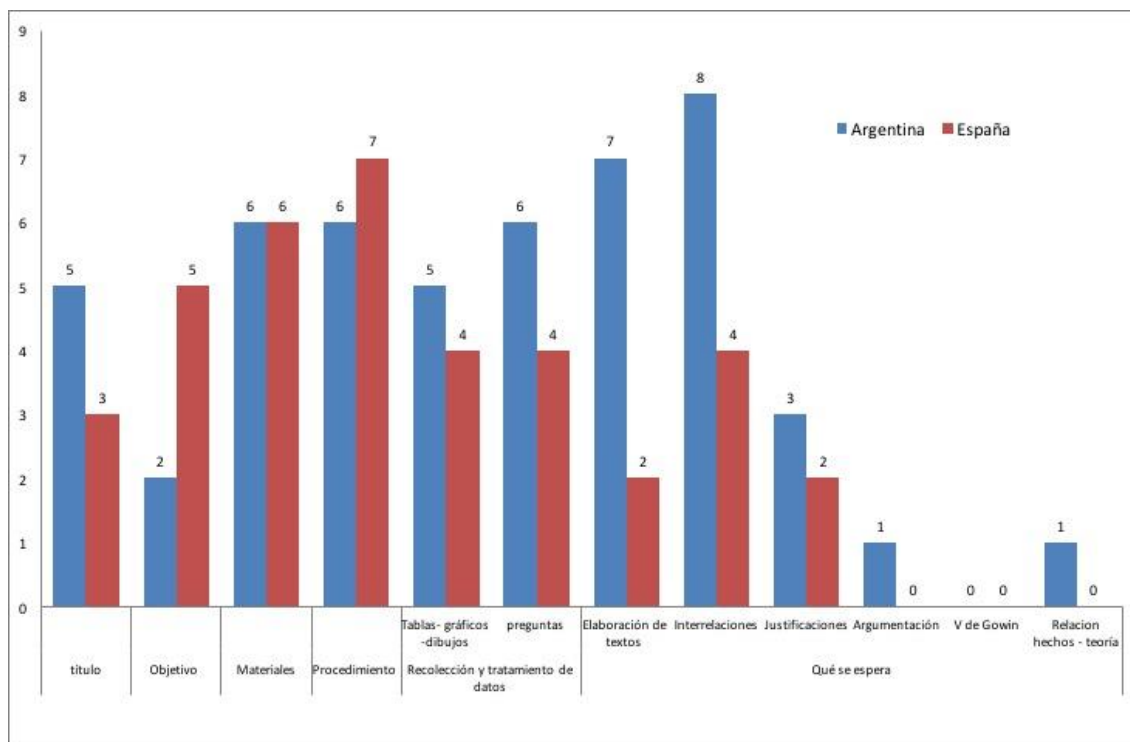


Figura 2: Componentes del guion comparando Argentina y España

Estos tipos de APL, representan una visión empirista de las ciencias. En esta concepción, el conocimiento está fuera del sujeto y el conocimiento es adquirido mediante los sentidos. La perspectiva empirista comienza con la observación, seguido por la experiencia y termina con el descubrimiento de la regularidad, como resultado de esas observaciones. Se presenta entonces una visión inductiva de las leyes y teorías científicas, como si los estudiantes pudieran descubrir por si solos las leyes de la naturaleza (De Pro Bueno, 2007).

CONCLUSIONES

Las prácticas en el laboratorio son imprescindibles para aprender ciencias y requieren, también, que el estudiante sepa qué es lo que está haciendo. En gran parte de los guiones, los objetivos no están claramente definidos, por ende los estudiantes no conocen de antemano qué es lo que se espera de ellos.

En los guiones analizados casi el total de los mismos, enuncian los materiales que se utilizarán y los procedimientos que se deben seguir en la realización. Esto muestra a las claras que todavía persiste el tipo “receta”.

Una buena manera de ayudarle a dar sentido a los hechos en el marco de un modelo teórico constructivista, sería ir planteando preguntas como, por ejemplo: qué tengo ahí, qué hago, qué está pasando, cómo está pasando (Izquierdo, Sanmartí y Espinet, 1999). Sin embargo esto no es posible observarlo en estas APL analizadas.

El nivel de profundización de las etapas de análisis, tratamiento de los datos y comunicación de los resultados, no sólo es escaso, sino que además, cuando existe se limita meramente a plantear preguntas que deben ser respondidas por los estudiantes. Esto no da lugar a las comparaciones entre los diversos grupos o las posibles discusiones en las diferencias de resultados ni a la argumentación.

Con respecto al enfoque de ciencia que plantean estas actividades, se presentan con carácter empirista en aquellas que sugieren la observación seguida por la experimentación y la escasa interpretación de resultados a partir de ella. Este tipo de APL, presenta al conocimiento como neutral y verdadero. Los estudiantes se limitan solamente a observar lo que el guion les indica y su participación únicamente requiere de la obtención de conclusiones a partir de esa acción. Esto no estimula la curiosidad ni el su espíritu científico (Fernández, 2014). Los profesores en formación de España durante sus estudios universitarios no han recibido formación reglada en Pedagogía y Didáctica de las Ciencias; la única preparación para su futuro docente la van a obtener en el máster que los capacita para ser profesores de Educación Secundaria. Todos ellos llegan con un nivel elevado de contenidos específicos pero carecen de preparación para la enseñanza-aprendizaje de estas disciplinas (Mellado et al., 2010).

Por último cabe destacar la importancia de la escritura y la argumentación ya que para promover la apropiación y reflexión de los contenidos es necesario un apoyo lingüístico, dado que las habilidades cognitivo-lingüísticas necesarias para el desarrollo de razonamientos científicos (como resumir, describir, comparar, justificar, argumentar) van asociadas al dominio de tipos textuales concretos que pueden enseñarse y que no son exclusivos del área de lengua (Domènech Casal, 2013, Jorba, Gómez, y Prat, 1998).

La argumentación puede contribuir al desarrollo del pensamiento crítico, de la capacidad de desarrollar opiniones independientes. Puede incluir también el conocimiento de razonamiento que generalmente son privados y a comprender aspectos esenciales de la naturaleza de las ciencias como la justificación de los conocimientos con pruebas (Jiménez Aleixandre y Puig, 2013). Desde esta perspectiva, la incorporación de la argumentación en las clases de ciencias favorece el acercamiento al conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia. Solo puede existir argumentación cuando hay un dilema-conflicto cognitivo-conceptual que le dé sentido a la manipulación, observación, descripción, categorización de datos implicando en la problematización los contrastes y tensiones que no alcanzan con delimitarlos solamente en los objetivos.

En esta línea, Jiménez Aleixandre y Puig (2010), plantean que para que haya argumentación tiene que haber conocimiento sometido a evaluación, en nuestro caso conocimiento científico, y pruebas (o razones) para confirmarlo o refutarlo. Por eso sostienen que no puede hablarse de argumentación cuando únicamente se enfrentan dos opiniones sin relación (o con relación tenue) con el conocimiento, o cuando no se articulan estas opiniones con pruebas.

La única manera de aprender a producir argumentaciones científicas es producir textos argumentativos –escritos y orales– en las clases de ciencias, discutiendo las razones, justificaciones y criterios necesarios para elaborarlas (Sardá Jorge y Sanmartí, 2000 citando a Izquierdo y Sanmartí, 1998). Este aprendizaje implica aprender a utilizar unas determinadas habilidades cognitivo - lingüísticas (describir, definir, explicar, justificar, argumentar y demostrar) que, al mismo tiempo, necesitan el uso de determinadas habilidades cognitivas básicas del aprendizaje (analizar, comparar, deducir, inferir, valorar) (Sardá Jorge y Sanmartí, 2000 citando a Prat, 1998). Las actividades prácticas de laboratorio no están exentas de esta posibilidad ya que son actividades fundamentales y específicas en la enseñanza de las ciencias.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, S. M. (2007). Cómo desean trabajar los alumnos en el laboratorio de Biología. *Revista Iberoamericana de Educación*, 43(1), 2.

- Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. En Jiménez Aleixandre, M.P. (coord.). *Enseñar Ciencias*. Barcelona. Graó.
- Caamaño, A. (2012). La investigación escolar es la actividad que mejor integra el aprendizaje de los diferentes procedimientos científicos. En Pedrinaci, E. (coord). *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica*. Graó.
- Carmen, L. del. (2011). El lugar de los trabajos prácticos en la construcción del conocimiento científico en la enseñanza de la biología y la geología. En Caamaño, A. (coord.). *Didáctica de la biología y la geología*. Formación del profesorado. Educación secundaria. 2 Vol. II. Editorial Graó.
- De Pro Bueno, A. (2007) La enseñanza y el aprendizaje de la física. En: Jiménez Aleixandre, M. P. (coord.). *Enseñar ciencias*. Graó. Barcelona. pp: 175-202.
- De Pro Bueno, A., Sánchez Blanco, G., Valcárcel Pérez, M. V. (2008). Análisis de los libros de texto de física y química en el contexto de la reforma LOGSE. *Enseñanza de las ciencias*, 26(2), 193–210
- Domènech Casal, J. (2013). Secuencias de apertura experimental y escritura de artículos en el laboratorio: un itinerario de mejora de los trabajos prácticos en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias* 31 (3), pp. 249-262
- Fernández, N. (2014). *Los trabajos prácticos de laboratorio de Biología en los libros de texto de Ciencias Naturales para el Nivel Secundario utilizados en la Ciudad de Ushuaia*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Argentina.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N., Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (1), 45-59
- Jiménez Aleixandre, M. P. y Puig, B. (2010) Argumentación y evaluación de explicaciones causales en ciencias: el caso de la inteligencia. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 63, pp: 11-18
- Jorba, J. , Gómez, I. y Prat, A. (1998). *Parlar i escriure per aprendre*. Barcelona: Institut de Ciències de l'Educació.
- Marques Vieira, R. y Tenreiro-Vieira, C. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 3(3), 452-466.
- Martínez Losada, C. y García Barros, S. (2003). Las actividades de primaria y ESO incluidas en libros escolares. ¿Qué objetivo persiguen? ¿Qué procedimientos enseñan? *Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), pp. 243-264.
- Mellado, V., Conde, M. C., Brígido, M., Costillo, E., Ruiz, C., Bermejo, M. L. & Fajardo, M. I. (2010). The educational change in science teachers. En A.D. Henshall & B.C. Fontanez (eds.), *Educational Change* (pp. 61-83). New York: Nova Science Publishers, Inc.
- Nieto Calleja, E; Carrillo Chavez, M; González Muadaz, R; Montagut Bosque, P. y Sansón Ortega, C. (2005) Nuevos contenidos, nuevos enfoques. Trabajos Prácticos en Microescala. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra.

Rivarosa, A., Astudillo, C (2013). Las prácticas científicas y la cultura: una reflexión necesaria para un educador de ciencias. *Revista CTS*, (8)23, 45-66

Sanmartí, N. (2002) *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*. Síntesis. Madrid.

Sardá Jorge., A. y Sanmartí N., (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencia, *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), 405-422.

Elementos del discurso científico. Caso de la lámpara LED

Fernández-González, M., Torres-Gil, A. J.

Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada

mfgfaber@ugr.es

RESUMEN

Se ha realizado un análisis de exposiciones de textos científicos en base a los elementos que componen su estructura teórica (procesos, principios y conceptos) y a los tipos de enunciado que encierran (descriptivos, explicativos). El documento analizado es la presentación a dos niveles de un dispositivo cotidiano (el LED). Se ha constatado a nivel inicial (4ºESO) una gran mayoría de enunciados descriptivos frente a explicativos, que se atenúa a nivel más avanzado (2ºBach). Se detecta igualmente una relación de la tipología con la amplitud de la base conceptual utilizada.

Palabras clave

Análisis del discurso científico, texto educativo en ciencias, tipos de enunciados, conceptos base de una exposición, dispositivos tecnológicos cotidianos.

1. INTRODUCCIÓN

Un campo cada vez más atendido en didáctica de las ciencias es la investigación del texto educativo (Sanjosé *et al.*, 1993). Su estudio puede hacerse en relación a diversos criterios. El más practicado es el análisis de contenido (Calvo y Martín, 2005). Entre sus distintos enfoques podemos considerar el que incide sobre los elementos de la estructura teórica, o sobre los tipos de enunciados que encierra (Sanmartí, 1997). Ambos aportan datos valiosos para determinar características didácticas del documento.

Vamos a emprender aquí esta doble tarea, dentro del ámbito de la microestructura de un texto, estudiando algún documento escolar acerca de dispositivos cotidianos. En investigaciones anteriores (Fernández y Torres, 2014a) hemos señalado que la exposición de un dispositivo suele estar constituida por tres bloques estructurales: presentación, fundamento y funcionamiento.

Bajo el punto de vista didáctico, la inclusión de dispositivos cotidianos sintoniza, además, con la tendencia de la enseñanza renovada de las ciencias de acentuar lo contextual frente a lo disciplinar (Caamaño, 2005) e, igualmente, en vincular ciencia y tecnología (Acevedo, 1996).

La utilidad de nuestra investigación es señalar y fundamentar las características de dos niveles de exposición usuales en secundaria, así como las estrategias para pasar de uno a otro.

2. FUNDAMENTOS

Estructura teórica

En un discurso científico pueden encontrarse núcleos que forman la base teórica de su exposición (Jiménez, 2000). Normalmente son procesos (p.ej. la emisión de luz del LED).

La enseñanza de estos implica principios explicativos (basados en leyes y teorías) que, a su vez, se sustentan en conceptos. Principios y conceptos deben estar adaptados al nivel de los alumnos, lo que viene indicado por el currículo que se sigue.

Unidades del discurso

Las unidades de un discurso científico (Izquierdo y Rivera, 1997) suelen estar constituidas, sobre todo, por enunciados de tipo descriptivo y de tipo explicativo. También podemos encontrar otros como de definición, ejemplificación, clasificación y discriminación, que son una modalidad o están muy próximos a los descriptivos. También tenemos los argumentativos, muy afines a los explicativos (Jiménez y Perales, 2001). Así pues, la clasificación anterior puede simplificarse considerando sólo enunciados descriptivos y explicativos.

3. METODOLOGÍA

El trabajo a desarrollar lo hemos dividido en varias etapas consecutivas. Estas son:

- 1º) Recuperar documentos de aula sobre un dispositivo concreto a dos niveles, elemental y avanzado.
- 2º) Localizar y analizar los elementos teóricos (procesos, principios y conceptos) que componen cada documento.
- 3º) Estudiar los principios y conceptos que muestra y, cotejando con la normativa oficial, comprobar la adecuación del documento al nivel elegido.
- 4º) Acotar los enunciados o unidades del discurso en la exposición de cada nivel.
- 5º) Analizar los enunciados y categorizarlos para averiguar la mayor o menor presencia de lo descriptivo frente a lo explicativo.

En relación al primer punto, se han retomado dos exposiciones de la lámpara LED (Anexo). Una para 4º de ESO y otra para 2º de bachillerato. Ambas justifican las características más evidentes de tal dispositivo, esto es, por qué emite luz y por qué se la califica como de bajo consumo. Constan de los mismos bloques, exponen la misma temática, y se han elaborado siguiendo las mismas directrices (Fernández y Torres, 2014b). Todo ello va a facilitar mucho las comparaciones.

4. RESULTADOS

Análisis de la estructura teórica

En el documento de 4º de ESO aparecen dos procesos y en el de 2º de bachillerato, 3, uno de ellos requerido por el mayor nivel de la base teórica. Evidentemente, el proceso central es el de emisión de luz en el LED. Está subordinado al de conducción en un diodo, del que es caso particular. Por ello es indispensable separarlos y conveniente exponerlos en ese orden.

En la tabla 1 se esquematizan los procesos, los principios que requiere cada uno y los conceptos implicados. Se omiten en 2º los principios que ya figuran en 4º (p.ej. la conservación de la energía), excepto si han sido ampliados (p.ej. con el concepto de hueco).

Nivel	Proceso	Principios explicativos	Conceptos base/ <u>meta</u>
4° ESO	Conducción en el diodo	<p>* La conducción es mejor cuanto más proporción de e-libres tiene un cuerpo. Si los e están ligados a sus átomos, el cuerpo es aislante.</p> <p>* El polo de una pila atrae las cargas de signo contrario (y repele las del mismo signo). Por eso los e-libres se mueven hacia el polo +</p>	<p>e-libres</p> <p>semicond. n y p</p> <p style="text-align: right;"><u>Diodo</u></p>
	Emisión de luz en el LED	<p>* La energía se transforma, la energía se conserva.</p> <p>* Cuando un e-libre \rightarrow e-ligado (a un átomo), pierde energía que se emite en forma de luz.</p>	<p>e-libres</p> <p>e-ligados</p> <p>diodo</p> <p style="text-align: right;"><u>LED</u></p>
2° Bach	Aparición de e -libres y huecos en semicond. n y p	<p>* Defectos en la red covalente del Si con átomos de $5e$ o $3e$ de valencia.</p> <p>* Los elementos con $5e$ de valencia producen e-libres en la red del Si (semicond. n).</p> <p>* Los elementos con $3e$ de valencia producen huecos (h) en la red del Si (semicond. p).</p>	<p>semicond. n y p</p> <p>e-libres</p> <p>huecos</p> <p>e de valencia</p> <p>enlace/red coval.</p>
	Conducción en el diodo	<p>* Los e (libres y ligados) se mueven hacia el polo + del generador.</p> <p>* El movimiento de los e-ligados equivale al de los huecos (cargas +) hacia el polo -.</p> <p>* Un semiconductor es mejor conductor cuanto mayor proporción de e-libres y h tiene.</p> <p>* La corriente pasa cuando e y h atraviesan la zona de unión np. Esto no ocurre al conectar la pila al revés.</p>	<p>semicond. n y p</p> <p>e-libres</p> <p>e-ligados</p> <p>huecos</p> <p>rectificación</p> <p style="text-align: right;"><u>Diodo</u></p>

Emisión de luz en el LED	* La energía se transforma, la energía se conserva.	<i>e</i> -libres
	* Cuando un <i>e</i> -libre cae en un hueco, pierde energía.	<i>e</i> -ligados
	* Cuando un <i>e</i> pierde energía, esta energía se emite en forma de luz, cuya frecuencia depende de ΔE (mod.Bohr).	huecos
		diodo
		frec. luz/ $\Delta E = hf$
		<u>LED</u>

Tabla 1. Estructura teórica de los documentos de 4ºESO y 2ºBach.

Análisis de las unidades del discurso

La tabla 2 ofrece las unidades o enunciados que componen los documentos (por orden de aparición). Se indica el nº del apartado en el que se ubican, su tipo de enunciado y su temática. El nº del apartado coincide con el de un bloque constituyente: presentación, fundamento y funcionamiento, respectivamente. En 2º de bachillerato aparecen 2 enunciados más (2e y 2h), que hacen un total de 18 frente a los 16 de 4º de ESO. De 2º sólo se ofrecen los enunciados que difieren de los de 4º. Los demás son los mismos.

Doc.	Ap.	Enunciado. Tipo	Temática
4ºESO (N=16)	1	a Descripción	Presentación del LED individual
		b Descripción	Presentación de la lámpara LED
		c Discriminación	Con incandescencia y bajo consumo: Características
	2	a Clasificación	Conductores, aislantes, semiconductores
		b Explicación	La conductividad depende de los <i>e</i> -libres
		c Clasificación	Semiconductores <i>n</i> y semiconductores <i>p</i>
		d Descripción	Características de cada uno
		f Definición	(descriptiva): Diodo
		g Explicación	Conducción en el diodo por movimiento de <i>e</i>
		i Discriminación	Con metales: Sentido $n \rightarrow p$ y corrientes débiles
	3	a Definición	(descriptiva): LED
		b Discriminación	Con otros diodos: Mayor proporción de <i>e</i> -libres
		c Explicación	Justificación de la emisión de luz
		d Descripción	Distintos colores de la luz

		e Discriminación	Con la bombilla: Dispositivos electrónicos y eléctricos
		f Explicación	Corrientes débiles → Bajo consumo
2ºBach (N=18)	2	d Explicación	Justificación en base a la estructura covalente de cada uno
		e Discriminación	Con el Si: Mayor porcentaje de <i>e</i> -libres y huecos
		g Explicación	Conducción en el diodo por movimiento de <i>e</i> -libres y huecos
		h Explicación	(por analogía): El movimiento de los <i>e</i> -ligados equivale al de los huecos en sentido contrario
		i Explicación	Paso de corriente sólo en sentido $n \rightarrow p$ (rectificación)
	3	d Explicación	Distintos colores de la luz ($\Delta E = hf$)

Tabla 2. Unidades del discurso de los documentos de 4ºESO y 2ºBach.

5. DISCUSIÓN

Estructura teórica

Un repaso a los documentos oficiales (LOE o LOMCE, contenidos de los cursos indicados) y a los manuales de 4º de ESO y 2º de bachillerato nos señala que los principios explicativos utilizados en 4º (Tabla 1) son familiares a los alumnos, excepto el de emisión de luz por pérdida de energía de los electrones. Los utilizados en 2º son conocidos, menos el movimiento de los huecos y la rectificación del diodo, pero se derivan fácilmente de los conceptos base. Conviene indicar también que en 2º, entre los nuevos y los ampliados de 4º, aparecen 9, frente a 4 en 4º.

En cuanto a los conceptos, en 4º unos son conocidos como el de electrón y el modo de presentarse en la materia, esto es, libre (*e*-libre) o fijo a un átomo (*e*-ligado) y otros no lo son, pero se derivan fácilmente de los primeros. Así el concepto de semiconductor, que se define contraponiéndolo a conductor y aislante, para luego discriminar entre tipo *n* y tipo *p*. En 2º los conceptos son, en cambio, bien conocidos.

Por último tenemos el concepto-meta del documento, el LED, que es, por supuesto, desconocido. Todo el desarrollo va encaminado a conseguir una explicación adecuada del mismo. Sin contar este, la exposición de 4º recurre a sólo 4 conceptos-base y la de 2º a 9.

Unidades del discurso

El documento de 4º de ESO (Tabla 2) está constituido por 16 enunciados, el de 2º de bachillerato por 18. En el primero: 4 son descriptivos, 2 de definición, 4 de discriminación, 2 de clasificación y 4 explicativos. En el segundo: 2 son descriptivos, 2 de definición, 4 de discriminación, 2 de clasificación y 8 explicativos. Reduciendo la tipología a sólo enunciados descriptivos y explicativos, tenemos entonces: en 4º, 12 descriptivos y 4 explicativos; en 2º, 10 descriptivos y 8 explicativos.

Es normal encontrar en 4º una gran mayoría de enunciados descriptivos frente a explicativos, lo cual es típico de niveles inferiores de enseñanza. Luego, en 2º remontan los explicativos hasta casi igualar a los descriptivos.

Hay que señalar que, debido a un mayor soporte conceptual, enunciados descriptivos o discriminativos en 4º se convierten, siguiendo estrategias de transposición, en explicativos en 2º (2d, 3d y 2i). Igualmente, algunos explicativos ven las explicaciones ampliadas en 2º (2g). También indicar que los dos nuevos de 2º (2e y 2h) aportan contenidos adicionales que no pueden exponerse en 4º porque exigen una base conceptual impropia del curso.

6. CONCLUSIONES

Entre las conclusiones que podemos extraer de lo anteriormente expuesto destacamos:

- Es habitual que en las exposiciones de nivel inicial se utilice un número reducido de conceptos base (4 en 4º). Este número aumenta con el nivel (9 en 2º).
- En las exposiciones de nivel inicial abundan los enunciados descriptivos frente a los explicativos (12 vs. 4 en 4º). A nivel más avanzado la presencia de ambos está más igualada (10 vs. 8 en 2º).
- Existe relación entre el número de conceptos utilizado y el tipo de enunciados. Un documento de nivel inicial que utiliza pocos conceptos base da origen a una exposición netamente descriptiva. En cambio a nivel más avanzado aumenta lo explicativo, gracias a un soporte conceptual más amplio.
- Si la temática del documento es la misma en los dos niveles, se constata que enunciados descriptivos a nivel inicial se convierten, siguiendo estrategias de transposición, en explicativos a nivel más avanzado, lo que se posibilita al aumentar los conceptos base. Ello también permite que a nivel avanzado los enunciados explicativos puedan profundizar más.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, J.A. (1996). La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 35-44.
- Caamaño, A. (Coord.) (2005). Contextualizar la ciencia. *Alambique*, 46.
- Calvo Pascual, M.A. y Martín Sánchez, M. (2005). Análisis de la adaptación de los libros de texto de ESO al currículo oficial, en el campo de la química. *Enseñanza de las Ciencias* 23(1), 17-32.
- Fernández-González, M. y Torres-Gil, A.J. (2014a). Los dispositivos tecnológicos cotidianos en libros de texto. Presencia y análisis de las exposiciones. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 290-302.
- Fernández-González, M. y Torres-Gil, A.J. (2014b). Dispositivos tecnológicos: una propuesta para la elaboración de materiales escolares. En Heras, Vázquez, Wamba y Pérez (Coords.) *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante* (pp.439-445). Huelva, Universidad de Huelva (en CD-ROM).
- Izquierdo, M. y Rivera, L. (1997). La estructura y la comprensión de los textos de ciencias. *Alambique*, 11, 24-33.
- Jiménez Valladares, J.D. (2000). El análisis de los libros de texto. En F.J. Perales y P. Cañal (Dir.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 307-322). Alcoy: Marfil
- Jiménez Valladares, J.D. y Perales Palacios, F.J. (2001). Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de Física y Química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 3-19.

Sanjosé, V., Solaz, J.J. y Vidal-Abarca, E. (1993). Mejorando la efectividad instruccional del texto educativo en ciencias: Primeros resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 137-148.

Sanmartí, N. (1997). Enseñar a elaborar textos científicos en las clases de ciencias. *Alambique*, 12, 51-61.

ANEXO

LA LÁMPARA LED (4º ESO)**1. ¿QUÉ ES LA LÁMPARA LED?**

El LED se ha empleado desde tiempo atrás como luz indicadora en aparatos electrodomésticos. Consta (fig.1.izq) de una minúscula pastilla de material semiconductor, envuelta en una carcasa de plástico, de la que salen dos patas metálicas para conectarla a la corriente. Basta una corriente muy pequeña (bajo consumo) para que brille normalmente.

Más recientemente ha aparecido la lámpara LED, que está constituida por un conjunto de pequeños LEDs individuales (fig.1.der). De ahí los puntos de luz que se observan en ella. Se encuentra entre las de bajo consumo, que han reemplazado a las tradicionales de incandescencia (en uso doméstico, semáforos, linternas). Al estar formada por LEDs, requiere corrientes muy débiles para funcionar (bajo consumo) y muestra un rendimiento lumínico muy elevado (la mayor parte de la energía se transforma en luz, y poca en calor).

2. DIODO Y SEMICONDUCTORES

Hay sustancias como los metales que son conductores de la corriente eléctrica porque muchos de sus electrones pueden moverse libremente por ellas (*e*-libres). En cambio, otras como la madera son aislantes porque sus electrones están sujetos por sus átomos. Entre ambas se encuentran los semiconductores, como el silicio (Si), que contienen también *e*-libres, pero en proporción muy inferior a la de los metales.

Si al silicio se le añaden pequeñas cantidades de otros elementos (p.ej. fósforo, P; boro, B), da lugar a dos tipos de semiconductores: el **semiconductor *n*** (p.ej. Si+P) y el **semiconductor *p*** (p.ej. Si+B). El primero contiene *e*-libres (algo más que el Si puro); en el segundo faltan.

El **diodo** consiste en una unión estrecha de dos semiconductores, uno *n* y otro *p*.

Al conectarse a una pila el diodo deja pasar una pequeña corriente debido al movimiento de los electrones. Esto sólo ocurre en sentido $n \rightarrow p$ (fig. 2). De ese modo los *e*-libres de *n* pueden pasar a *p* (atraídos por el polo +). Pero si la polaridad se cambia, entonces, a diferencia de los metales, no deja pasar la corriente.

3. EL LED. SU FUNCIONAMIENTO

El **LED** (Light Emitting Diode) es un diodo especial que tiene mayor cantidad de *e*-libres que otros tipos de diodo. ¿Por qué emite luz? Al conectar el LED, sus *e*-libres se mueven y una parte de ellos al pasar a *p*, donde faltan electrones, son atrapados y quedan fijos. Entonces, la energía así perdida *se emite en forma de luz* (fig. 3). Así se cumple el principio de conservación de la energía. El color de la luz depende de los materiales del LED y del color de la carcasa de plástico que lo envuelve.

¿Qué diferencia hay entre una lámpara LED y una bombilla de incandescencia? Que la bombilla es un dispositivo *eléctrico* y, por tanto, las corrientes que pasan por ella son intensas; en cambio el LED es un dispositivo *electrónico*, el cual funciona con corrientes muy débiles. Por eso la lámpara LED, constituida por un conjunto de diodos LED, lleva incorporado un adaptador que reduce el voltaje doméstico (220V) a unos pocos voltios. De ahí su bajo consumo

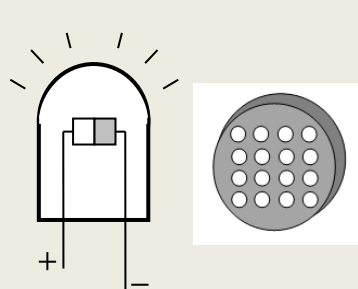


Fig. 1

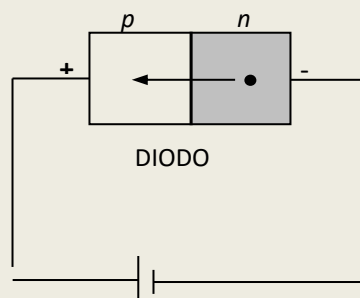


Fig. 2

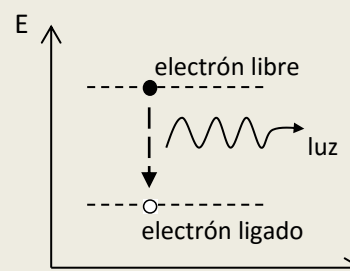


Fig. 3

LA LÁMPARA LED (2º Bach) (Extracto) (Sin figs.)

.....

2. DIODO Y SEMICONDUCTORES**Semiconductores n y p**

Hay sustancias como los metales que son conductores de la corriente eléctrica porque muchos de sus electrones (e) pueden moverse libremente por ellas. En cambio, otras como la madera son aislantes porque sus electrones están sujetos por sus átomos. Entre ambas se encuentran los semiconductores, como el silicio (Si), que contienen también e -libres, pero en proporción muy inferior a la de los metales.

El silicio presenta una red donde cada átomo Si, con 4 e de valencia, se encuentra unido por enlaces covalentes a otros 4 Si vecinos. Si se le añade una pequeña cantidad de arsénico (As), que tiene 5 e de valencia, sobrará un e por cada As (fig.2a). Por tanto, el material resultante contiene e -libres y se llama **semiconductor n** . Por el contrario, si se añade galio (Ga), que tiene 3 e de valencia, faltará un e (fig.2b). El material contiene huecos (sitios donde faltan e) y se llama **semiconductor p** .

Los semiconductores n y p , por tener más e -libres y huecos, son mejores conductores que el Si puro.

El diodo

El **diodo** consiste en una unión estrecha de dos semiconductores, uno n y otro p . Al conectarse a una pila (fig.3) el diodo deja pasar una débil corriente, formada por los e -libres que se mueven con poco impedimento y por los e -ligados que van de hueco en hueco.

Este último equivale a un movimiento de los huecos en sentido contrario. Por eso los huecos se comportan como cargas +. El proceso es análogo a lo que sucede en la cola del autobús (fig. 4). Al montarse una persona (las personas representan los e) deja un hueco que es ocupado por la inmediata, que a su vez deja otro hueco, y así sucesivamente. Comprobar, pues, que mientras las personas (los e) se mueven hacia la izq., los huecos lo hacen hacia la der.

Adviértase que si el diodo se conecta con la polaridad cambiada (polo- al p y polo+ al n) **no** conduce la corriente, pues los e -libres y los huecos no atravesarían el diodo. Así pues, el diodo sólo deja pasar la corriente en un sentido. Por ello se emplea como rectificador, pudiendo convertir la corriente alterna en continua.

.....

Proyecto “zoo aumentado”: vídeos educativos y realidad aumentada para tratar la problemática de la pérdida de biodiversidad

Garzón, A.,¹ Galindo-Durán, A.,² Galindo-Cuenca, A.²

¹Departamento de Educación. Universidad de Almería. ²La Salle Virgen del Mar (Almería).

agarzon@ual.es.

RESUMEN

En este trabajo presentamos una propuesta didáctica que se ha llevado a cabo en el centro educativo la Salle Virgen del Mar (Almería), dentro de las asignaturas de Biología/Geología y Proyecto Integrado, relacionado con los contenidos curriculares de Biodiversidad y Comunicación audiovisual. Mediante una metodología de aprendizaje por proyectos (ABP) los alumnos han realizado vídeos educativos de dibujos animados con el programa Go-Animate. Los objetivos han sido que los alumnos analicen y comprendan la problemática de la pérdida de biodiversidad y que aporten soluciones y contribuyan a la concienciación de la población. Se pretende que a través dicha metodología el alumnado desarrolle ciertas habilidades y/o competencias científicas y tecnológicas. Ante la demanda de otras formas de enseñar más innovadoras, y el aumento del uso en el aula de las TIC, consideramos que el uso de programas para el diseño de audiovisuales de dibujos animados favorece la motivación y la práctica de competencias científicas y tecnológicas.

Palabras clave

Biodiversidad, vídeos educativos, competencias, aprendizaje por proyectos, TIC.

1. INTRODUCCIÓN

La Asignatura de Proyecto Integrado se desarrolla, mediante la realización de proyectos que generalmente tienen una imbricación social importante, de forma que el alumno se sienta motivado a trabajar sobre la temática en cuestión por motivos que van más allá de la nota de clase, al comprobar que su proyecto tiene una función educativa y social. Los proyectos son elegidos voluntariamente por los alumnos para asegurar la motivación e implicación de éstos; y se organizan en grupos colaborativos específicos para cada proyecto según sus intereses.

Paralelamente, se buscan sinergias institucionales o empresariales que potencien aún más la motivación de los alumnos en la realización del proyecto, como en este caso “El Parque Oasys” Reserva zoológica y parque temático en Tabernas (Almería).

Otra característica a destacar de estos proyectos es que el grupo de alumnos presenta un producto final que tiene que ser expuesto en público y tiene un fin eminentemente divulgativo. Para ello se utilizan diferentes formas de difusión, como la presentación de los audiovisuales por las instituciones, la emisión en programas de TV Local, en un programa de radio semanal sobre ciencia en Onda Cero, en la que participa el profesor de biología y el alumnado, o en los certámenes convocados por la Universidad de Almería.

1. 1. Justificación

Desde hace unos años hay una focalización institucional de la Unión Europea en señalar directrices comunes para la mejora de las enseñanzas de las ciencias (Informe Rocard, 2007). En líneas generales se propugna un acercamiento a la realidad social y un alejamiento del aprendizaje tradicional y en el que se utiliza como único recurso, el libro de texto, donde normalmente faltan conexiones con el mundo real, y el aprendizaje es independiente de las experiencias cotidianas del estudiante y su propio entorno.

Una fórmula para ese enraizamiento entre ciencia escolar y entorno natural del estudiante es el Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL, *Project Based Learning*), donde los Proyectos realizados por los alumnos deben ser tareas más o menos complejas basadas en problemas o situaciones del mundo real, donde para su resolución se involucre a los estudiantes en la búsqueda de información, reflexión sobre el problema, análisis de las soluciones existentes, toma de decisiones, actividades de investigación, propuesta de nuevas soluciones, difusión a la sociedad de lo investigado, etc. Generalmente se propone que se realicen por grupos de alumnos, en un entorno colaborativo. Todo esto da a los estudiantes la oportunidad de trabajar relativamente de forma autónoma, donde el profesor es más un incentivador, un coordinador que orienta. El resultado del aprendizaje que antes era un examen, ahora se transforma en la evaluación de un proceso y un producto final, en una producción o tarea resuelta, que suele tener un fin divulgativo que debe verbalizarse en contextos lo más parecido a la vida real, mediante exposiciones que simulan a congresos, poster, certámenes o concursos. Además, lo mismo que en la vida real, es frecuente que en la resolución del proyecto haya que abordar diferentes temáticas o áreas, convirtiéndose en una tarea interdisciplinar.

La posibilidad de hacer ‘dibujos animados’ en el aula es hoy en día una gran oportunidad al alcance de cualquier docente que quiera poner en práctica estos poderosos recursos para potenciar la motivación, la atención y el interés de sus estudiantes (Ojeda, 2015).

Los docentes somos diseñadores: creamos situaciones de aprendizaje en las cuales nuestros estudiantes generan con nosotros “artefectos” (murales, periódicos, esquemas, colecciones de fotografías, etc.) a través de los cuales desarrollan sus competencias básicas y sus conocimientos (Álvarez y Trujillo, 2014).

En el siglo XXI la clave de estas situaciones de aprendizaje son los “artefectos digitales”, creaciones vinculadas a proyectos que requieren el manejo de herramientas propias de las TIC como las animaciones y los podcasts, la geolocalización o los robots, entre muchas otras (Trujillo, 2014).

El uso de las nuevas tecnologías aplicadas a la enseñanza ha supuesto una auténtica revolución pedagógica, que por su propia esencia está en continuo desarrollo. En pocos años han aparecido los ordenadores, internet, tablets, redes sociales, realidad virtual... Las presentaciones en Retroproyector y diapositivas han quedado como objetos de museo, siendo sustituidos en pocos años y a velocidad vertiginosa por pizarras digitales, Prezi, Blogs, Infografías, e-book, diferentes materiales en realidad aumentada, etc. Este frenético desarrollo tiene numerosas e innegables ventajas pedagógicas, pero también unas limitaciones tanto técnicas de los propios centros como la incuestionable realidad de que muchos profesores tienen menos habilidad “digital” que la mayoría de sus propios alumnos. Entre las últimas aportaciones de la tecnología a la enseñanza podríamos encuadrar la realización de simulaciones, animaciones, vídeos, realidad aumentada, etc., herramientas nuevas o “artefectos digitales” en pleno desarrollo, con diferentes niveles de implementación y posibilidades didácticas.

La Realidad Aumentada representa actualmente una potente herramienta que ha mostrado su versatilidad en un amplio abanico de aplicaciones en diferentes áreas de conocimiento. Una de ellas ha sido el campo educativo donde ha encontrado grandes posibilidades para la difusión y conocimiento de contenidos que se presenta de una forma atractiva y pedagógica al mismo tiempo (Ruiz Torres, 2011).

Los currículos actuales de la Educación Obligatoria en España plantean una orientación de la enseñanza hacia el desarrollo de competencias básicas, entendidas como un conjunto de habilidades interiorizadas por el estudiante que le permiten saber aplicar los conocimientos adquiridos y desenvolverse en diferentes contextos de la vida académica, personal y, en última instancia, laboral (Ministerio de Educación y Ciencia, 2007). La educación se orienta hacia algo más que la simple adquisición de conocimientos y existe un interés creciente hacia el desarrollo de estas competencias. Entendiendo por competencia aquello que necesita una persona para dar respuesta a los problemas con los que se enfrentará a lo largo de su vida de un modo eficaz, movilizand o componentes conceptuales (saber), procedimentales (saber hacer) y actitudinales (ser). En definitiva, toda competencia incluye un “saber”, un “saber hacer” y un “querer hacer” en contextos y situaciones concretos en función de propósitos deseados (Gavidia, et al., 2011).

1. 2. Contextualización

La propuesta metodológica se diseñó y se llevó a la práctica en el colegio la Salle Virgen del Mar (Almería), para alumnos de 4º de E.S.O., dentro de las asignaturas de Biología y Geología y Proyecto integrado, con la participación de 60 alumnos/as.

2. OBJETIVOS

2.1. Generales:

- Realizar Proyectos en el área de Ciencias y Tecnología que resuelvan problemas de la sociedad actual, utilizando la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).
- Obtener, analizar y organizar informaciones de contenido científico, utilizar representaciones y modelos, formular hipótesis y realizar reflexiones que permitan tomar decisiones fundamentadas y comunicarlas a los demás con coherencia, precisión y claridad.
- Adquirir una imagen coherente de las tecnologías de la información, la comunicación y el ocio presentes en su entorno, propiciand o un uso adecuado y racional de las mismas para la construcción del conocimiento científico, la elaboración del criterio personal y la mejora del bienestar individual y colectivo.
- Desarrollar actividades que conecten de alguna forma con el mundo real, para que el alumnado tenga oportunidad de aplicar e integrar conocimientos diversos y pueda actuar dentro y fuera de los centros docentes.
- Conocer y valorar las interacciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y el medio ambiente, con atención particular a los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad y la necesidad de búsqueda y aplicación de soluciones, para avanzar hacia un futuro sostenible.

2.2. Específicos

- Analizar y comprender la problemática de la pérdida de Biodiversidad, aportando soluciones.
- Acercarse a la sociedad desde el aula, mediante el contacto con empresas e instituciones que trabajan en la protección y conocimiento de la biodiversidad animal, desarrollando una actuación de divulgación a nivel social.
- Utilizar las herramientas tecnológicas oportunas para la edición de un audiovisual con dibujos animados y aplicación de Realidad Aumentada (RA) para elaborar un producto que tiene como fin el servir como elemento social para divulgar la importancia del mantenimiento de la Biodiversidad animal y el respeto y cuidado correcto de los animales.

3. DISEÑO DE LA EXPERIENCIA

El proyecto se ha desarrollado de octubre a febrero (en diferentes fases, ver tabla 1), durante el desarrollo del curso escolar 2015-2016 participando en dicha experiencia unos 60 alumnos de 4º de ESO del Colegio La Salle Virgen del Mar de Almería, dentro de las asignaturas de Biología y Proyecto Integrado.

Tabla 1. Temporalización y Fases:

<p>Fase 1 (Octubre)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Contactos con el Parque Oasys, reserva Zoológica que poseen más de 800 animales de 200 especies diferentes, ubicada en la localidad de Tabernas, a 32 Km de Almería, con una vegetación que alberga más de 4000 árboles. - Contacto con la empresa AG para la implementación del material de RA. - Aproximación al concepto de Biodiversidad mediante pequeñas intervenciones en el aula o y en el Parque Oasys. - Selección por parte del Parque Oasys de los animales objeto de estudio: Gacela Cuvier, Guepardo, Ibis Eremita y Cocodrilo del Nilo. - Formación de a los alumnos sobre los pasos a seguir en el proyecto, sobre TIC y sobre las especies de animales en peligro de extinción. - Visita al Parque Oasys de los 60 alumnos de 4º de E.S.O. Recorrido guiado por sus instalaciones con especial incidencia en los animales señalados.
<p>Fase 2 (Noviembre)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de las fichas de trabajo, la documentación asociada a cada animal. - Primeros borradores de los diferentes Storyboards (Tabla de Planificación y ficha del proyecto). - Aprendizaje de la herramienta “GoAnimate for Schools”.

Fase 3: (Diciembre)	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de los guiones en las secuencias de dibujos animados de cada escena. - Exposición de las películas de vídeo y propuestas de mejora de cada una de ellas.
Fase 4 (Enero)	<ul style="list-style-type: none"> - Presentación de las 7 películas resultantes a los responsables del Parque Oasys y propuestas de mejora sugeridas por ellos. - Presentación de las películas definitivas con las mejoras propuestas
Fase 5 (Febrero)	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación de la AR. - Presentación de la Aplicación en el 28 congreso de AIZA (Asociación Ibérica de Zoos y Acuarios en el Aquarium Donostia de San Sebastián).
Fase 6 (Junio)	Día Mundial del Medio Ambiente. Presentación de la Aplicación en Almería

Implementación de la RA: Consideraciones iniciales y proceso técnico

- La plataforma tecnológica de trabajo de RA seleccionada ha sido Layar.
- El proyecto base: La Biodiversidad desde la óptica de los parques temáticos/Reservas zoológicas.
- El fondo seleccionado para el desarrollo de los temas: Logo del Parque Oasys (Fig.1).
- Los temas seleccionados para enlazar con la RA (ver figura 3): Videos de dibujos animados de: el Guepardo, el Cocodrilo del Nilo, la Gacela Cuvier y el Ibis Eremita, Video Promocional del Parque Oasys, enlace a la empresa matriz del Parque Oasys (Hoteles Playa), enlace a la web del Colegio la Salle Virgen del Mar y enlace a la empresa ejecutora de la aplicación de RA. Las imágenes se colocan de forma virtual sobre el logo del Parque Oasys, funcionando como botones (ver figura 2).
- Posteriormente a las consideraciones iniciales anteriormente expuestas, se definen las superposiciones (“overlay”), o videos generados de los temas descritos que en esta ocasión se enlazan desde youtube. Se precisan las relaciones entre imágenes y contenidos y finalmente se genera el canal de publicación necesario para la visualización del proyecto.



Fig. 2. Imagen base para ver la RA. (Utilizar Layar).



Fig. 2. Imagen del resultado final del proyecto Zoo aumentado

4. METODOLOGÍA

Las herramientas o instrumentos de evaluación utilizados han sido: rúbricas (criterios de valoración y niveles de realización), cuestionarios, observaciones, evaluación del proceso y de los productos finales, y presentaciones de los proyectos.

Desde el punto de vista educativo, el enfoque por competencias implica tanto para el profesorado como para los alumnos, la adquisición de un saber para «actuar», de manera que, se consiga la aplicación de los conocimientos en situaciones prácticas, en contextos reales y concretos (Ruiz et al., 2010). Los alumnos deberán conseguir, no solo la adquisición de conocimientos científicos sobre biodiversidad y sobre TIC, sino su aplicación en el contexto del aula y en sus proyectos reales.

Desde este enfoque, se ha evaluado en la propuesta metodológica:

- ✓ Si han desarrollado actitudes de respeto y cuidado con el medio ambiente y los seres vivos, y valorar la importancia de mantener la biodiversidad.
- ✓ Si ha favorecido la adquisición de competencias básicas (Trabajo en grupo colaborativo, competencia digital, y ciertas habilidades científicas...).
- ✓ Si ha favorecido la adquisición de habilidades sociales y personales.
- ✓ Si ha permitido entender mejor los contenidos científicos.

- ✓ Si ha favorecido el desarrollo integral de la persona (analizando críticamente la realidad, tomando decisiones responsables, manteniendo una postura activa para cambiar y mejorar la realidad y el entorno).

5. RESULTADOS: EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA

Las finalidades principales del aprendizaje de conocimientos científicos es precisamente que éste proporcione estrategias y recursos que posibiliten a los alumnos analizar críticamente hechos que suceden en nuestro entorno próximo y tomar decisiones, individuales y/o colectivas, para actuar en él. Para ello se les ha planteado a través de un cuestionario una serie de situaciones problemáticas relacionadas con la temática tratada (la pérdida de biodiversidad, sobre el maltrato animal, sobre el tráfico de animales protegidos o partes de ellos, sobre a tenencia ilegal de animales protegidos, etc.) Tras el planteamiento de dichas situaciones, se les hacía preguntas para después analizar si 1) Conocían el problema (Saber), 2) Sabrían cómo actuar (Saber hacer) y 3) Expresaban una opinión responsable (Saber ser). Tras analizar sus respuestas comprobamos que el 82,8 % del alumnado ha respondido correctamente a las diferentes situaciones y preguntas planteadas (85.4 % Conoce el problema, 85,7 % Sabe qué hacer y el 77,3 % Expresa opinión y/o predisposición) alcanzando el nivel máximo de competencia y el resto (17.2%) lo han alcanzado en un nivel medio; y por tanto se han alcanzado en gran medida los objetivos propuestos.

La competencia digital y de trabajo en grupo para conseguir objetivos comunes aparecen como competencias transversales de aprendizaje en todos los niveles educativos, desde Infantil hasta la Universidad. Es evidente que los contextos de aprendizaje se están modificando continuamente para responder a las demandas de tipo social y adaptarse a los cambios que genera la introducción de los medios tecnológicos. Estos factores explican que las metodologías de aprendizaje colaborativo a través de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) estén cobrando cada vez mayor auge y proyección en la innovación educativa (García-Valcárcel, Hernández y Recamán, 2012).

Los resultados de la puesta en práctica y evaluación del proyecto, ponen de manifiesto que la mayoría de los estudiantes alcanzan los objetivos previstos y muestran avances en el desarrollo de sus competencias básicas, aumentando su motivación e interés por la ciencia y las tecnologías. Además de la evaluación del resultado de los proyectos, mediante un cuestionario abierto se recogió información sobre las percepciones de los alumnos/as sobre ciertas habilidades y competencias que habían alcanzado o ejercitado con el trabajo realizado en dicho proyecto. Las habilidades, competencias y actitudes más señaladas por ellos han sido (en orden de mayor a menor): Realizar vídeos de dibujos + RA, Trabajar en grupo, Organizar y planificar el trabajo, Trabajar colaborativamente, Valores de respeto al medio ambiente, Buscar y seleccionar información, Competencia digital (Habilidades TIC), Tomar decisiones responsables, Analizar críticamente la realidad, Expresar y escribir mejor.

Finalmente, mediante dicho cuestionario se recogió información además para conocer la valoración de la experiencia por parte de los estudiantes, mediante las siguientes preguntas:

Pregunta: ¿Te ha gustado trabajar en el Proyecto “Zoo aumentado”/Parque Oasys sobre Biodiversidad? Las respuestas más frecuentes fueron:

- ✓ Porque es otra forma de trabajar en el aula/por su metodología (nueva, original, más dinámica, distinta a otras asignaturas, más útil, divertida, productiva, interesante), con un 49%.

- ✓ Porque hemos profundizado en contenidos de Biología, sobre Biodiversidad (animales, su cuidado, a valorarlos más), sobre la naturaleza, con un 33.3%.

Pregunta: ¿Qué crees que has aprendido en el proyecto? Las respuestas más frecuentes fueron:

- ✓ Ampliado la información sobre los animales (características, hábitat, especies en peligro de extinción, necesidad de protegerlos) obtuvo un 48,3 %.
- ✓ Actitud de cuidado del medio ambiente (valores), valorar más la biodiversidad un 15%.
- ✓ Ampliado nuestros conocimientos TIC (nuevos formatos, herramientas / presentaciones trabajos, videos) un 13.3%.

Pregunta: ¿Qué es lo que más te ha gustado de esta metodología en clases de ciencias?

- ✓ Trabajar en grupo, una mayor interacción y cooperación con mis compañeros, la colaboración en proyectos educativos. (32.4%)
- ✓ Aprendes más, de forma más fácil, divertida, entretenida, amena, didáctica, menos monótonas, más activa, más dinámica, más libertad, no se olvida. (23%)
- ✓ Abandonar la rutina de metodologías más tradicionales (libro como único recurso), cambio en la forma de dar clase, más innovadoras, más participativas, más práctica. (17,6%)
- ✓ Aprender herramientas nuevas de trabajo, cosas novedosas, diferentes, útiles (Go-Animate, RA). (13.5%)

6. CONCLUSIONES

El desarrollo de competencias por parte de los alumnos depende de muchos factores, pero sobre todo de buenas prácticas docentes, y de tiempo. Tras evaluar la experiencia creemos que se han desarrollado/alcanzado las competencias: Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico, Tratamiento de la información y competencia digital, Competencia social y ciudadana, Competencia para aprender a aprender, Competencia en Autonomía e iniciativa personal. Se ha valorado especialmente la motivación detectada y la implicación del alumnado en las actividades propuestas. El resultado de los vídeos y su acceso a través de RA ha sido muy satisfactorio.

Se han adquirido conocimientos, habilidades y actitudes científicas, se ha valorado muy positivamente el trabajo en grupo colaborativo además de la ampliación en conocimientos relacionados con las TIC.

El valor de esta metodología reside en que se produce una unión e intercambio de esfuerzos entre los integrantes que conforman el conjunto de implicados, de tal manera que el objetivo común y grupal que se persigue produce, al final del proceso, un beneficio individual en todos y cada uno de los participantes. Se ha destacado en relación al conocimiento, que el trabajo colaborativo permite el logro de objetivos que son cualitativamente más ricos en contenidos, asegurando la calidad y exactitud en las ideas y soluciones planteadas, además de propiciar en el alumno la generación de conocimiento, debido a que se ve involucrado en el desarrollo de investigaciones, en donde su aportación es muy valiosa al no permanecer como un ente pasivo que solo capta información (García-Varcárcel y Gómez-Pablos, 2015). Rodríguez-Illera (2001) afirma que los beneficios de esta estrategia metodológica repercute en la mejora de las competencias transversales del trabajo en equipo, remarcando su doble dimensión: colaborar para aprender y aprender a colaborar.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, D. y Trujillo, F. (2014). Nuevos modos de enseñar. Proyectos, artefactos y curación de contenidos. En Trujillo, F. (coord.), *Artefactos digitales* (pp. 21-26). Barcelona: Graó.

García-Valcárcel, A., Hernández, A. y Recamán, A. (2012). La metodología del aprendizaje colaborativo a través de las TIC: una aproximación a las opiniones de profesores y alumnos, *Revista Complutense de Educación*, 23 (1), 161-188.

García-Valcárcel, A. y Gómez-Pablos, V.B., (2015). Evaluación de una experiencia de aprendizaje colaborativo con Tic desarrollada en un centro de educación primaria. EDUTEC. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*. Núm. 51 / Marzo 2015.

Gavidia, V., Aguilar, R. y Carratalá (2011) ¿Desaparecen las transversales con la aparición de las competencias? *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 25, 171-180.

Ministerio de Educación y Ciencia (2007). Real Decreto 1631/2006, de 29 de Diciembre (BOE de 5 de Enero de 2007) por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria.

Ojeda, D. (2016). Animaciones. En: Artefactos digitales. Una propuesta de Conecta 13. Recuperado (1 de mayo de 2016), de <http://artefactosdigitales.com/animaciones/>

Rocard, M.; Csermely, P.; Jorde, D.; Lenzen, D.; Walberg-Henriksson, H. y Hemmo, V. Informe Rocard, 2007. *Enseñanza de las ciencias ahora: Una nueva pedagogía para el futuro de Europa*.

Rodríguez-Illera, J.L. (2001). Aprendizaje colaborativo en entornos virtuales. *Anuario de Psicología*, 32 (2), 63-75.

Ruiz, I., Rubia, B., Anguita, R. y Fernández, E. (2010). Formar al profesorado inicialmente en habilidades y competencias en TIC: perfiles de una experiencia colaborativa. *Revista de Educación*, 352, 149-178.

Ruiz Torres, D. (2011) Realidad Aumentada, educación y museos. *Revista Icono14 [en línea] 1 de julio de 2011, Año 9, Volumen 2*. pp. 212-226. Recuperado (1 de mayo de 2016), de <http://www.icono14.net>.

Tipos de actividades en las propuestas didácticas de los futuros maestros de ciencias

Hamed, S., Rivero, A.

Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla.

sha@us.es

RESUMEN

Las actividades de enseñanza son la unidad básica del proceso metodológico y constituyen un elemento clave para definir la práctica de aula. Por ello, analizar los tipos de actividades que diseñan los profesores permite aproximarnos a su conocimiento práctico profesional y al enfoque o modelo didáctico que subyace en su enseñanza. En el contexto del curso *Aprender a enseñar ciencias en Primaria*, del Grado de Maestro de Educación Primaria, se analizan los tipos de actividades que diseñan noventa y dos equipos de futuros maestros en sus diseños de enseñanza sobre un contenido de ciencias y en las sucesivas reformulaciones que hacen del mismo. Los resultados indican que aumenta la diversidad de actividades, adquiriendo progresivamente más importancia algunos tipos de actividades relacionados con un mayor protagonismo de los alumnos en el proceso.

Palabras clave

Tipos de actividades, Enseñanza de las Ciencias, Formación Inicial del Profesorado, Cambio Conocimiento Profesional.

INTRODUCCIÓN

El estudio que presentamos se sitúa en el contexto de un curso de formación inicial de maestros para aprender a enseñar ciencias (APENCIP), cuyo referente didáctico es la investigación escolar (*Inquiry-Based Science Education*) y que está basado en la investigación profesional de problemas curriculares relevantes y en la interacción con prácticas docentes innovadoras (Porlán et al., 2010).

El curso se inicia con la elaboración en equipo de una primera propuesta didáctica para enseñar un contenido del currículo de ciencias elegido por cada equipo (la digestión, el sistema solar, las plantas, los cambios químicos... etc.) y, mediante un proceso de contraste, buscamos mejorar esos planteamientos iniciales a lo largo del curso (Azcárate, Hamed y Martín del Pozo, 2013).

Este proceso de mejora se realiza en dos ciclos. En el primero, se analizan las primeras versiones de enseñanza elaboradas por los futuros maestros y se analizan documentos que aportan puntos de vista que las pueden enriquecer (el currículo oficial, ejemplificaciones concretas y reflexiones teóricas). El trabajo con estas informaciones se hace utilizando distintos tipos de actividades (lecturas, análisis de casos, microdiseños, experiencias, etc.) y desemboca en la cumplimentación de un guión de reflexión que pretende ayudar a los equipos a sistematizar sus nuevas ideas y señalar las modificaciones que desean realizar en su primera versión del diseño (DS1). A continuación, los alumnos elaboran una segunda versión de la propuesta de enseñanza (DS2), en la que se supone que se recogen todas las reflexiones y modificaciones que han ido trabajando en este proceso. En el

segundo ciclo, se analiza la práctica de enseñanza de diversos maestros que enseñan ciencia con un enfoque de investigación escolar, a través del visionado de audiovisuales (Rodríguez et al., 2012). Tras reflexionar sobre ello, se realiza de nuevo un guión de reflexión sobre la práctica y la tercera versión de la propuesta (DS3).

En los diseños se hace referencia a los elementos curriculares básicos (contenidos, metodología y evaluación), pero en este trabajo vamos a referirnos sólo a uno de ellos: la metodología y, más en concreto, a los tipos de actividades que se incluyen. Las actividades son un elemento clave, pues articulan la práctica de la enseñanza y en ellas se sintetizan, finalmente, los esquemas prácticos de los docentes (Clemente, 2010). Por ello, hemos considerado de especial interés analizar qué tipos de actividades utilizan los futuros maestros en sus propuestas de enseñanza de contenidos de ciencia y los posibles cambios que se detectan a lo largo del curso.

FUNDAMENTACIÓN

Desde enfoques transmisivos, las actividades se consideran como situaciones protagonizadas por los alumnos para comprobar y/o aplicar la información que transmite el profesor (Azcárate, 1999). Pero, desde enfoques alternativos, como los basados en la investigación de los alumnos, la actividad es la unidad básica del proceso metodológico (Angulo, 1999; Cañal, 2000) y su sentido es facilitar a los alumnos la construcción del conocimiento. Como señala Morcillo (2015), “las actividades de aprendizaje son recursos para conseguir el aprendizaje y no sólo medios para comprobarlo” (p. 185).

Las actividades pueden ser de muy variados tipos y son muchos los análisis que se han realizado de esta cuestión desde muy distintas perspectivas. Por ejemplo, se han analizado las actividades según las características de la información que ponen en juego, según su grado de complejidad en función de las demandas cognitivas que plantean, según sus protagonistas y el grado de cooperación entre ellos que exigen, según la intencionalidad didáctica, etc. (de Pro, 1999; Cañal, 2000; Sanmartí, 2000; García Barros y Martínez Losada, 2001; Mocillo, 2015). En nuestro caso, las hemos caracterizado según el criterio propuesto por Sanmartí (2000) de funcionalidad didáctica, pues es el que más ayuda a comprender, además del tipo de actividad, la metodología de la enseñanza en que se enmarcan. Las actividades que predominan y las características concretas de las mismas son muy diferentes según el modelo metodológico adoptado. Así, en la enseñanza transmisiva predomina la exposición del profesor y algunas de las modalidades del trabajo individual del alumno, fundamentalmente las actividades recomendadas en los libros de texto (de Pro, 1999; Martínez Losada y García Barros, 2001). En la enseñanza por investigación, cobra importancia diversificar las actividades para favorecer el protagonismo de los alumnos y la evolución de sus modelos mentales en relación a los problemas trabajados.

DISEÑO DEL ESTUDIO

El curso APENCIP se implementó en cinco clases de 2º curso del Grado de Maestro de Educación Primaria de la Universidad de Sevilla, y constituyó la programación completa de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales, de 9 créditos, durante el curso académico 2012-2013. Participaron un total de 346 estudiantes, organizados en 92 equipos de trabajo. Los estudiantes son mayoritariamente mujeres (aproximadamente el 70%) y la edad media está próxima a los 20 años.

Para analizar los tipos de actividades, se han utilizado las tres versiones del diseño realizadas por los equipos (DS1, DS2 y DS3), por lo que se han analizado en total 276 documentos.

En la caracterización de las actividades que formulan los futuros maestros se ha tenido en cuenta, por un lado, la función didáctica que se le otorga a cada situación de aula. Por ejemplo, presentar información, aplicarla, etc. Cada una de situaciones da lugar a un *tipo* de actividad. Por otro lado, hemos definido como *subtipos* de actividades a cada una de las variantes de los diferentes tipos. Por ejemplo, dentro del tipo “Presentar información”, podemos encontrar como subtipos: la exposición teórica del maestro, la lectura de documentos, etc. Así mismo, el tipo “Aplicación” incluye subtipos tales como ejercicios, juegos, etc. El sistema de categorías se ha ido construyendo, pues, a partir de los datos, quedando definitivamente constituido por 16 tipos de actividades y 132 subtipos.

Posteriormente, hemos estudiado la frecuencia con la que aparece cada tipo. Para organizar los resultados, hemos considerado como actividades mayoritarias a aquellas que aparecen con una frecuencia igual o superior al 10% respecto al total de actividades diseñadas por el conjunto de los equipos en cada momento, actividades minoritarias las que aparecen con una frecuencia inferior al 2% y actividades intermedias las que aparecen con una frecuencia que oscila entre el 2 y 10%. Esta decisión ha estado motivada por los propios resultados obtenidos.

RESULTADOS

Tipos de actividades en el DS1

Recogemos en la tabla 1 los porcentajes de cada tipo de actividad en las tres versiones de la propuesta didáctica que han realizado los futuros maestros a lo largo del curso. Las celdas en gris oscuro y con doble borde indican las actividades mayoritarias; las celdas en gris claro con borde normal, las intermedias y las celdas en blanco, las minoritarias.

Como se puede apreciar en dicha tabla, en el DS1 predominan ampliamente 2 tipos de actividades: la presentación de información y la aplicación de la misma, ya que ambas suponen un 68,40% del total de actividades diseñadas, llegando a alcanzar valores porcentuales similares por separado (34,07 y 34,33%, respectivamente).

Además, con una presencia intermedia detectamos 6 tipos de actividades, que de mayor a menor frecuencia son: exploración de ideas iniciales, actividades en las que se pide a los alumnos que realicen una síntesis o resumen de los contenidos trabajados hasta ese momento (síntesis parcial del alumno), actividades encaminadas a que sean los alumnos los que obtengan por sí mismos, y a partir de diversas fuentes, la información relevante (obtención de información), actividades cuya principal funcionalidad es motivar y/o implicar a los estudiantes (motivación), actividades en las que se pide a los alumnos que realicen una síntesis final y global de todos los contenidos trabajados (síntesis del alumno) y, finalmente, actividades en las que el profesor realiza una síntesis de los contenidos trabajados hasta ese momento (síntesis parcial del profesor). En conjunto, suponen el 28,07% de todas las actividades diseñadas.

Y, finalmente, con una presencia minoritaria, se detectan 5 tipos de actividades: actividades en las que no sólo se exploran, sino que se trabaja de alguna manera con las ideas iniciales, por ejemplo, se comparan, o se clasifican, o se recogen en un mural, etc., (síntesis ideas de los alumnos); actividades en las que se realiza algún tipo de intercambio de información entre los alumnos, ya sea para que compartan entre sí las informaciones que han obtenido en sus búsquedas sobre distintos asuntos, o para que comparen y

analicen las informaciones obtenidas sobre el mismo contenido, o se ayuden entre sí a “corregir errores”, etc. (intercambio de información); actividades en las que los alumnos comunican o exponen información obtenida por algún medio (comunicación); actividades en las que el profesor sintetiza o resume la información tratada hasta el momento y actividades en las que se organiza de alguna forma la información que se está tratando (se hacen esquemas, o tablas, etc.) (organizar la información). En conjunto, todas ellas suponen el 3,54% de todas las actividades diseñadas.

Además, existe también un grupo de actividades de las que desconocemos su intencionalidad didáctica (2,74%).

Por tanto, en el momento inicial del curso hemos identificado, en total, 13 tipos de actividades en las propuestas de enseñanza elaboradas por los futuros maestros.

TIPOS DE ACTIVIDADES	MOMENT O 1		MOMENT O 2		MOMENT O 3	
	T.DS1		T.DS2		T.DS3	
	f	%	f	%	f	%
Presentar información (PI)	386	34,07	517	23,81	515	21,75
Aplicar y/o Comprobar y/o reforzar información (AP)	389	34,33	429	19,76	434	18,33
Motivación e/o implicación (MO)	36	3,18	127	5,85	132	5,57
Plantear problemas a abordar (PR)	0	0	29	1,34	42	1,77
Explorar ideas iniciales (IAI)	91	8,03	275	12,67	321	13,56
Síntesis de las ideas iniciales (SI.IAI)	14	1,24	55	2,53	74	3,13
Obtención de información (OBI)	39	3,44	202	9,30	240	10,14
Organizar la información (ORI)	2	0,18	18	0,83	9	0,38
Intercambio de información (IN)	13	1,15	74	3,41	91	3,84
Reflexión y/o creación de información a partir de una situación, caso, problema (REF)	0	0	6	0,28	6	0,25
Comunicación de información (CO)	6	0,53	11	0,51	12	0,51
Síntesis (o cierre) de información del profesor (SI.P):	5	0,44	8	0,37	7	0,30
Síntesis (o cierre) parcial de información del profesor (SIp.P)	24	2,12	22	1,01	18	0,76
Síntesis (o cierre) de información del alumno (SI.A):	33	2,91	99	4,56	106	4,48
Síntesis (o cierre) parcial de información del alumno (SIp.A)	64	5,65	297	13,68	357	15,08
Recapitulación de información (REC)	0	0	2	0,09	3	0,13
No se conoce (NC)	31	2,74	0	0	1	0,04
TOTAL	1133	100	2171	100	2368	100

Tabla1. Frecuencia (f) y porcentaje (%) de tipos de actividades detectados en los diseños DS1, DS2 y DS3

Tipos de Actividades en el DS2

En el momento intermedio del curso aumentan a 4 los tipos de actividades mayoritarias: nuevamente tenemos la presentación y la aplicación de información, con valores porcentuales que descienden con respecto al momento inicial, y además se incluyen en este grupo otros 2 tipos: síntesis parcial de los alumnos y exploración de las ideas iniciales. En total, todas ellas suponen el 69,92% de todas las actividades registradas en las segundas versiones de cada diseño.

Además, encontramos 5 tipos de actividades intermedias con puntuaciones en cada una de ellas algo más altas que en el momento inicial. La que aparece con mas importancia es la obtención de información por los propios alumnos, que se aproxima, en gran medida, a las concebidas como mayoritarias (9,30%). Además, se incluyen en este grupo algunas de las que ya lo estaban en el momento inicial (las de motivación, o las de síntesis de los alumnos) y otras que han aumentado su frecuencia en este momento intermedio, pasando a este grupo, tales como las de síntesis de las ideas iniciales y las de intercambio de información.

Finalmente, destacan 7 tipos de actividades minoritarias: formulación de problemas o preguntas, síntesis parcial de los profesores, organización de la información, comunicación de la misma, síntesis de los profesores (de toda la información tratada), actividades de reflexión o creación de conocimiento -a partir de una situación, caso o problema- y actividades de recapitulación -valoración del trabajo realizado y elaboración de conclusiones sobre el tema-. Todas ellas suponen únicamente el 4,43% de todas las actividades diseñadas.

Por tanto, en el momento intermedio del curso ha aumentado la diversidad en los tipos de actividades formulados por los futuros maestros de primaria en su segunda propuesta de enseñanza (pasando de 13 a 16). Las actividades caracterizadas como mayoritarias aumentan a cuatro tipos: la presentación y aplicación de la información, la exploración de las ideas iniciales y la síntesis parcial de los alumnos, que suponen, en total, el 70% de las actividades diseñadas.

Además, tenemos cinco tipos de actividades descritas como intermedias. Se mantienen en este grupo tres tipos que ya lo estaban en el DS1, aunque ahora con mayor presencia: las actividades de obtención de información por los alumnos, las de motivación y las de síntesis de toda la información trabajada realizada por los alumnos. Pasan a este grupo dos que en un principio eran minoritarias: el intercambio de información entre los alumnos y la síntesis de las ideas iniciales. Y desaparece de este grupo la síntesis o resumen de la información tratada hasta el momento por parte del profesor, que pasa al grupo de las minoritarias.

Por último, aumenta la diversidad de las actividades minoritarias (a 7 tipos) con la inclusión del planteamientos de problemas y las actividades de reflexión, aunque su presencia es casi anecdótica.

Tipos de Actividades en el Diseño 3

En el momento final del curso son 5 los tipos de actividades mayoritarias: la presentación de información, las actividades de aplicación, la exploración de las ideas iniciales, la síntesis parcial de los alumnos y, apareciendo en este momento en este grupo, la obtención de información. En conjunto, suman un 78,86%.

Además, detectamos 4 tipos de actividades intermedias con valoraciones parecidas al momento anterior: las de motivación, las de síntesis de los alumnos, las de intercambio de información y las de síntesis de las ideas iniciales.

Finalmente, en las minoritarias se incluyen los mismos siete tipos y con una frecuencia parecida a lo que ocurría en el diseño 2: el planteamiento de problemas, síntesis parcial del profesor, comunicación de información, organización de la misma, síntesis del profesor, actividades de reflexión y de recapitulación.

Por tanto, en el diseño final se mantienen los 16 los tipos de actividades formulados por los futuros maestros de primaria ya en su segunda versión del diseño, aumentando a cinco tipos las mayoritarias, disminuyendo a cuatro las intermedias y manteniéndose los siete tipos de actividades minoritarias.

A continuación, vamos a presentar los resultados relativos a los subtipos de actividades. Por razones de espacio, sólo nos referiremos a los subtipos encontrados en los tipos de actividades mayoritarias en cada versión del diseño.

Subtipos de Actividades en el Diseño 1

Una vez detectados los tipos de actividades presentes en los diseños de los futuros maestros, hemos categorizado cada subtipo de actividad. Para determinar su frecuencia, se han establecido los porcentajes de cada subtipo en relación al *total de las actividades del mismo tipo*, con la intención de aportar claridad en la presentación de los resultados. Como podemos apreciar en la Tabla 2, los subtipos de actividades que destacan en el DS1 para presentar información son la explicación teórica del profesor (54,66%) y la explicación acompañada de ilustraciones, diapositivas u otros elementos (19,43%). Aparecen otros 8 subtipos de actividades (vídeos, lecturas, experiencias, salidas, invitados, etc.) que, en conjunto, suponen el 25,91% del total de actividades de este tipo (presentación de información).

Como subtipos de actividades de aplicación, destacan los ejercicios (65,55%). El resto de subtipos son también muy variados (actividades interactivas, experiencias, juegos, salidas,.. hasta un total de 12). Todos ellos en conjunto representan el 34,45 % de las actividades de este tipo.

TIPOS	SUBTIPOS	DS1		DS2		DS3	
		f	%	f	%	f	%
Presentar información (PI)	Explicación teórica del profesor (EXP)	211	54,66	168	32,50	144	27,96
	Explicación apoyada con diapositivas, imágenes, otros elementos... (IL)	75	19,43	89	17,21	83	16,12
	Otras	100	25,91	260	50,29	288	55,92
	TOTAL	386	100	517	100	515	100
Aplicar y/o Comprobar y/o reforzar información (AP)	Ejercicios (EJ)	255	65,55	251	58,51	214	49,31
	Otras	134	34,45	178	41,49	220	50,69
	TOTAL	389	100	429	100	434	100
Explorar ideas iniciales (IAI)	Lluvia de ideas o preguntas (LL)	62	68,13	143	52	169	52,65
	Cuestionarios, pruebas,... (CU)	20	21,98	75	27,27	78	24,30
	Otras	9	9,89	57	20,73	74	23,05
	TOTAL	91	100	275	100	321	100
Obtención de información (OBI)	Búsqueda bibliográfica y/o audiovisuales (BU)	28	71,79	123	60,89	145	60,42
	Otras	11	28,21	79	39,11	95	39,58
	TOTAL	39	100	202	100	240	100
Síntesis (o cierre) parcial de información del alumno (SIp.A)	Mural (MU)	6	9,38	60	20,20	77	21,57
	Exposiciones (EXPO)	12	18,75	74	24,92	93	26,05
	Otras	46	71,88	163	54,88	187	52,38
	TOTAL	64	100	297	100	357	100
TOTAL		1120	100	2168	100	2374	1600

Tabla 2. Frecuencia (f) y porcentaje (%) de subtipos de actividades detectados en los diseños DS1, DS2 y DS3 para la muestra completa (T)

Subtipos de actividades en el DS2 y en el DS3

En las sucesivas versiones del plan de enseñanza, podemos observar (ver tabla 2) que desciende de manera importante la frecuencia de la explicación del profesor (de 54,66% en el DS1 a 32,50 y 27,96% en los DS2 y 3 respectivamente) y aumenta la importancia del resto de subtipos (del 25,91% al 50,29 y 55,92% en los DS2 y 3) para “Presentar información”.

Con respecto a la “Aplicación de información”, los ejercicios, por un lado, y el resto de subtipos por otro, van igualándose en importancia, pasando estos últimos, en conjunto, de estar presente en un 34,45% de las actividades de aplicación en el DS1, a estarlo en un 50,69% en el DS3.

Respecto a la “Exploración de las ideas iniciales”, es la lluvia de ideas la actividad con mayor presencia, tratándose de la más sencilla y menos sistemática de todas las que aparecen (por ejemplo, cuestionarios, dibujos, juegos, etc.). También en este caso, su presencia se va equilibrando con el conjunto del resto de actividades –los otros 8 subtipos detectados-, descendiendo desde un 68,13% en el DS1 a un 52,65% en el DS3.

En relación con el tipo “Obtención de información”, los futuros maestros han incluido diversos subtipos de actividades -10 en total-, por ejemplo, salidas al medio, entrevistas, experiencias, etc. Entre todos estos subtipos predomina con claridad la más sencilla y conocida de todas ellas: la búsqueda de información bibliográfica y/o audiovisual.

Progresivamente va disminuyendo la frecuencia de este subtipo frente a otros, aunque mantiene una gran importancia en todas las versiones del diseño.

Por último, la “Síntesis parcial de información por los alumnos”, se ha promovido con 17 distintos subtipos de actividades (resumen, repaso, esquema, mural, informe, redacción, puestas en común, etc.), siendo las más frecuentes la elaboración de un mural y la realización de una exposición oral de los alumnos.

CONCLUSIONES

El par presentación de información-aplicación es el par de actividades más frecuente en los 3 diseños, aunque va disminuyendo progresivamente en cada uno de ellos.

Los tipos de actividades se diversifican a partir del diseño 2 y con más claridad en el diseño 3. En estos, disminuye la importancia del par presentación-aplicación y aumentan, sobre todo, los tipos: exploración de ideas iniciales, obtención de información por los alumnos y las síntesis finales realizadas por los mismos (a la vez que va disminuyendo las actividades de síntesis del profesor). Estas parecen ser las actividades que los futuros maestros consideran más apropiado y más fácil incorporar a su enseñanza, lo que podría indicar, asimismo, que empiezan a reconocer que la relación entre enseñanza y aprendizaje tiene cierta complejidad y requiere introducir en el aula situaciones que otorguen cierto protagonismo a los estudiantes.

En relación a los subtipos de actividades, detectamos algunos cambios de importancia. Así, dentro del tipo “Presentación de información”, disminuye de manera clara la explicación del profesor en los diseños 2 y 3 a favor de la inclusión de otros subtipos. No ocurre lo mismo en el resto de tipos, donde los subtipos mayoritarios siguen siendo las que aparecían en el diseño inicial (los ejercicios en el tipo “actividad de aplicación”; la lluvia de ideas en la “exploración de las ideas iniciales”, la búsqueda de información en el tipo “obtención de información” y la realización de murales y exposiciones en “síntesis de los alumnos”). De todas formas, también en estos casos va aumentando sucesivamente la frecuencia de otros tipos de actividades menos usuales.

También van aumentando a lo largo del curso, aunque su presencia es menor que la de los tipos anteriores, las actividades de motivación, de síntesis de las ideas iniciales, o de intercambio de información. Pero la escasa presencia de actividades, como el planteamiento de reales problemas escolares de investigación, la organización de información, la reflexión y elaboración personal de nuevas ideas o modelos y la comunicación, parece indicar que no es fácil que los futuros maestros se aproximen de manera sustancial a la enseñanza de las ciencias mediante investigación escolar y a los postulados socioconstructivistas en la educación científica, al menos a nivel de diseño de actividades y en el contexto de un único curso en la Formación Inicial.

BIBLIOGRAFÍA

Angulo, J. (1999). De la investigación sobre la enseñanza al conocimiento docente. En A. Pérez Gómez y J. Angulo (Eds.), *Desarrollo profesional del docente. Política, investigación y práctica* (pp.261-319). Madrid: Akal.

Azcárate, P. (1999). Metodología de enseñanza. *Cuadernos de Pedagogía*, 276, 72-78.

Azcárate, P., Hamed, S. y Martín del Pozo, R. (2013). Recurso formativo para aprender a enseñar ciencias por investigación escolar. *Investigación en la Escuela*, 80, 49-66.

Cañal, P. (2000). Las actividades de enseñanza. Un esquema de clasificación. *Investigación en la Escuela*, 40, 5-21.

- Clemente, M. (2010). Diseñar el currículo. Prever y representar la acción. En J. Gimeno (coord.), *Saberes e incertidumbres sobre el currículum* (pp. 269- 293). Madrid: Morata.
- De Pro (1999). Planificación de unidades didácticas por los profesores: análisis de tipos de actividades de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 411-429.
- García Barros, S. y Martínez Losada, C. (2001). Qué actividades y qué procedimientos utiliza y valora el profesorado de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias* 19(3), 433-452.
- Morcillo, V. (2015). *La acción educativa en el aula. Análisis de las variables que intervienen en la práctica. Un estudio integrado*. Tesis doctoral, Universidad de Huelva. Huelva.
- Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P. y Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: Marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 31-46.
- Rodríguez, F., Ezquerro, A., Rivero, A., Porlán, R., Azcárate, P., Martín Del Pozo, R., Solís, E. (2012). El uso didáctico del vídeo para aprender a enseñar ciencias. En Domínguez, J. (Ed.), *Actas XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Santiago de Compostela, pp. 741-746 (ISBN: 978-84-695-4673-4).
- Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. En J. Perales y P. Cañal (Dirs.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 239-266). Alcoy: Marfil.

Indagando en el aula de ciencias: primeros pasos

Hinojosa, J., Sanmartí, N.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Grupo LiEC. Universidad Autónoma de Barcelona.

julia.hinojosa@escolapia.cat.

RESUMEN

En esta comunicación pretendemos dar a conocer los primeros pasos de un proyecto extenso y recientemente implementado en una escuela de Barcelona. El proyecto abarca alumnado de los tres a los dieciocho años. La actividad científica en la escuela se da en relación a un contexto o hecho más o menos problemático, pero siempre estimulante para el que aprende, y que lleva a plantear alguna pregunta. La metodología aplicada busca promover una actividad científica que dé importancia a la argumentación y la modelización a partir de la aplicación de procesos de indagación. El patrón propuesto es común para todos los cursos aunque se han establecido cuatro niveles de progresión en función de las distintas etapas del currículo de los estudiantes. El análisis de las primeras pruebas nos ha servido para reajustar la metodología en relación a su progresión y diseñar un acompañamiento para los diferentes equipos.

Palabras clave

Modelización, argumentación, indagación, autorregulación, contexto

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La finalidad de este trabajo es mostrar y explicar los pasos que se han seguido en el proceso de implementación de una nueva metodología de argumentación y modelización basada en la indagación en el aula de ciencias de una escuela de Barcelona. El proyecto es longitudinal abarcando estudiantes desde P3 (parvulario, tres años) hasta 2º de Bachillerato (dieciocho años). Los objetivos que pretende conseguir el proyecto son dos:

1. Consensuar entre el profesorado una metodología basada en indagación/argumentación/modelización como estrategia de enseñanza-aprendizaje de las ciencias desde los tres a los dieciocho años.
2. Diferenciar las finalidades específicas de cada etapa de forma que haya una progresión en la indagación que el alumnado sea capaz de llevar a cabo.

Una dificultad muy extendida entre los estudiantes en general es la poca capacidad para investigar. Prueba de ello es la baja calidad de muchos de los trabajos de investigación que los estudiantes presentan en el bachillerato en general y en concreto en Cataluña en el Trabajo de Investigación (TR) curricularmente obligatorio y que tiene un gran valor en la calificación de bachillerato (10 % de la nota global). Inmediatamente surge una pregunta, ¿cuándo se les enseña a los estudiantes a indagar o investigar? Y no parece haber una respuesta concreta. Parece más bien que los alumnos tendrían que aprender o bien viendo cómo investiga el profesor o bien realizando investigaciones siguiendo un procedimiento preestablecido sin más.

En muchos casos la indagación se realiza como una actividad aislada, carente de relevancia y significado para los alumnos, de manera que no hay relación entre lo que se llama conocimiento teórico y práctico, o es muy difícil que puedan conectarlos. Pero es más, pocas veces se profundiza en qué es aquello que caracteriza la práctica científica, ni se reflexiona sobre ella. En nuestro proyecto, se quiere promover una estrategia de enseñar y aprender en la que se aprenda ciencia y sobre ciencia, es decir, sobre los procesos que utiliza la ciencia para conocer. Y, al mismo tiempo, la aplicación de esta metodología no puede aparecer desligada de la realidad de los alumnos, sino que más bien, debe ser significativa para ellos, por lo que deben afrontar la investigación de situaciones o problemas relevantes, ya que en contexto estos retos tienen sentido.

Una indagación ha de facilitar la evolución de los modelos científicos de los que parten los estudiantes argumentando la posible coherencia entre las pruebas que recoge al indagar y sus ideas. Pero esta visión supone un cambio profundo en la forma tradicional de entender el aprendizaje de las ciencias y la relación entre los trabajos prácticos y las ideas teóricas. Por tanto, pretendemos dar pasos en esta dirección analizando las dificultades que vayan surgiendo y buscando vías para darles respuesta.

MARCO TEÓRICO

La mayoría de situaciones de práctica científica escolar que podríamos considerar auténtica resultan ser situaciones donde las prácticas epistémicas asociadas a la indagación, la modelización y la argumentación aparecen interrelacionadas entre sí, como lo están en el quehacer científico real (Couso, 2014). Ejemplos son la indagación orientada a argumentar (Argument-Driven Inquiry o ADI) o la indagación centrada en modelizar (Model-Based Inquiry o MBI), entre otros.

Las propuestas ADI se caracterizan por promover la participación en las investigaciones científicas con el propósito de construir explicaciones basadas en pruebas (Bell y Linn, 2000; Linn, 2000). La indagación centrada en modelizar tiene como objetivo usar, evaluar, reajustar, y crear modelos con los que explicar la realidad (Campbell et al., 2011; Khan, 2007; Lehrer et al., 2008; Schwarz, 2009, Schwarz et al., 2009, Wells et al., 1995; Windschitl et al., 2008; Hernández, Couso y Pintó, 2014).

Para trabajar desde la realidad proponemos partir de un contexto. Este se ha de escoger pensando en situaciones/problemas relevantes y significativos que sean los más idóneos posibles para trabajar unos contenidos concretos. De esta manera se promueve un mapa mental de relaciones entre conceptos y realidad en relación a los modelos. Trabajando en contexto nos es más fácil transferir lo aprendido a otros contextos (Gilbert, 2006; King, 2012).

Comprender el problema, reconociendo el conocimiento que es necesario activar para ello, planificar estrategias, controlarlas y evaluar los resultados para regular dicho conocimiento inicial, son las acciones que permiten al alumno desenvolverse con facilidad en el espacio de resolución. Por tanto es un reto para el profesorado conseguir que los estudiantes adquieran una buena capacidad de autorregularse de manera efectiva, lo que comporta que lleguen a apropiarse de los objetivos y de los criterios de evaluación del profesorado y a tener un buen dominio de las capacidades de anticipación y planificación de la acción. Por otro lado, implica también incorporar estos aspectos como objetivos prioritarios de aprendizaje (Hinojosa y Sanmartí, 2016).

En otros trabajos (Schraw et al., 2006; Rosa y Alves Filho, 2014; Hinojosa y Sanmartí, 2015) también se ha podido comprobar que trabajar los procesos metacognitivos con los alumnos, ayudándolos a tomar consciencia de su conocimiento y de sus estructuras

conceptuales, mejora tanto su implicación en el aprendizaje como los resultados metodológicos y conceptuales.

PROCESO INICIAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Hasta el momento se han llevado a cabo tres fases:

1. Exploración y análisis de la situación de partida.
2. Diseño de los posibles niveles de progresión metodológica en relación a una actividad indagativa.
3. Reflexión conjunta con los diferentes equipos sobre el resultado de la exploración y la estructura general de una actividad indagativa, y asesoramiento para la adecuación de alguna actividad que ya tuvieran pensado realizar en función de los distintos niveles educativos.

Exploración y análisis

El primer paso fue realizar una actividad común para explorar la situación actual, es decir, para saber cómo se indagaba en las distintas clases de ciencias. Para tal fin pedimos a todos los profesores que realizasen la misma actividad experimental: "Sobre la flotabilidad de la plastilina" aunque, claro está, con algunas diferencias debidas a la marcada pluralidad de edades. Se trataba en esencia de indagar sobre si este material flotaba y de qué variables dependía. Se dieron unas premisas para realizar la actividad de forma similar en todos los niveles (desde los tres a los dieciocho años) y se pidió al profesorado que cumplimentara una pequeña ficha para dejar constancia de cómo se había procedido antes, durante y después de la actividad.

Realizamos un estudio cualitativo de los resultados de esta exploración (a partir de los informes realizados por los alumnos y de las conversaciones con los diferentes equipos de profesores de ciencias). Se constató que por parte del profesorado, en algunos casos, no se comparte con el alumnado los objetivos de la actividad, ni se dedica tiempo a explicarlos y a justificarlos; no se pide que se argumenten las respuestas, ni se debaten (interviene sólo el primer estudiante que dice que lo sabe); no se deja que los aprendices intervengan en el diseño experimental, ni que se planteen preguntas, y tampoco se controlan las variables. Y por parte de los alumnos y alumnas, no se piensa en diferentes variables, ni en cómo controlarlas, ni en cómo tenerlas en cuenta al responder a las cuestiones que se les plantean; tampoco se argumentan las conclusiones ni en base a pruebas, ni a través del modelo científico de referencia; se tiende a experimentar sin ninguna clase de razonamiento y se utilizan las mismas ideas previas no comprobadas como argumentos de las conclusiones finales; y, en consecuencia, no se han interiorizado estrategias básicas asociadas a la indagación científica.

Orientaciones consensuadas con el profesorado

En función de los modelos MBI y ADI anteriormente mencionados, se diseñó una propuesta de trabajo que se discutió con el profesorado. Las ideas básicas se relacionan con tener en cuenta que la actividad científica en la escuela se da en relación a un contexto o hecho más o menos problemático, pero siempre estimulante para el que aprende, y que lleva a plantear alguna pregunta. Para darle respuesta es necesario interrelacionar el "**pensar**" (en base a modelos teóricos y aplicando estrategias de razonamiento cada vez más complejas), el "**hacer**" (a partir de aplicar metodologías propias del trabajo científico que posibiliten identificar pruebas que validen o no las predicciones e hipótesis), el "**comunicar**" (utilizando diferentes lenguajes y modos comunicativos para expresar ideas y procesos, debatirlos y consensuarlos), y lo que llamamos "**sentir/ser**" (que conlleva

poner en juego los propios sentimientos, emociones y valores y, también, las capacidades que posibilitan tanto el trabajo autónomo como con los demás) (figura 1).

Llevar a cabo una actividad científica escolar implica plantear retos interesantes para el alumnado con el fin de enseñarle a mirar y a pensar utilizando modelos teóricos reconocidos por la comunidad científica, ayudándole a regular sus ideas iniciales paulatinamente a partir, tanto de pruebas obtenidas experimentalmente o en fuentes de información diversas, como de argumentos generados al discutirlos con los demás. Conlleva expresar emociones y controlarlas positivamente, aplicar estrategias de razonamiento de orden superior (analizar, sintetizar, evaluar ...), utilizar un lenguaje cada vez más elaborado y cercano al normativo, discutir con respeto las ideas propias y las de los demás, criticar opciones creando y proponiendo alternativas, y adquirir confianza en las propias capacidades de pensamiento, de acción y de comunicación.

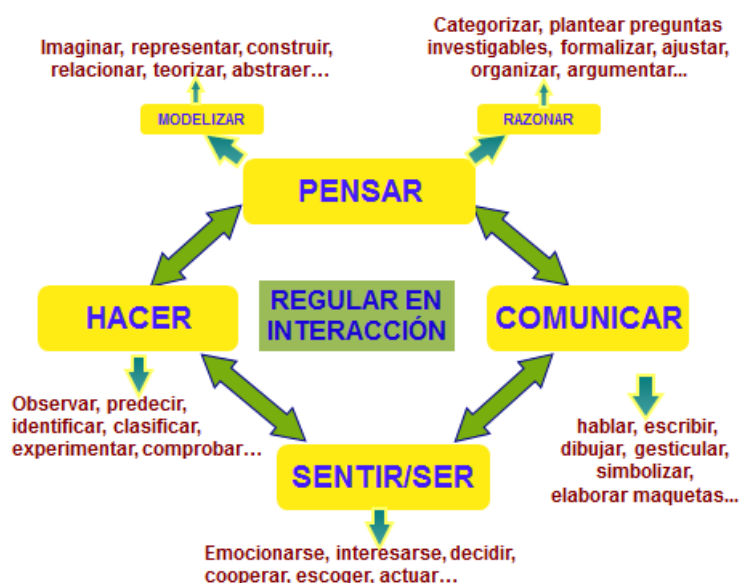


Figura 1: Esquema de la actividad científica escolar (Pigrau y Sanmartí, 2015)

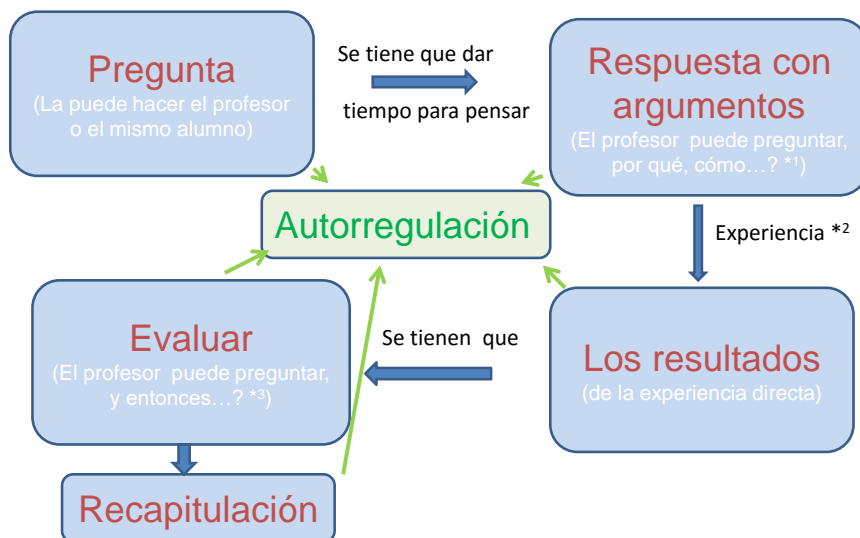
La estructura de la propuesta de trabajo en el aula es siempre la misma, pero se han establecido adaptaciones progresivas atendiendo a la madurez cognitiva de los estudiantes. Estas adaptaciones se han consensuado con los diferentes equipos docentes teniendo en cuenta sobre todo las dificultades detectadas en la exploración (ver figuras 2, 3 y 4).

Esta estructura consiste básicamente en que, una vez que se ha introducido el contexto, se establece, guía o enriquece la pregunta y después se deja tiempo para que los alumnos activen sus conocimientos previos sobre la cuestión. Seguidamente empieza el diseño de la experiencia (variables dependientes e independientes, control de variables, logística experimental) en el que los estudiantes deben participar. Después de esto realizaremos la experiencia obteniendo resultados y, basándonos en ellos, intentaremos llegar a conclusiones directas, relaciones entre variables, comprobaciones y reajustes de modelos según el nivel. Finalmente se realizará una recapitulación oral, dibujada o escrita (informe) con la intención de comunicar los logros conseguidos de una forma más o menos formal. En todos los niveles y en cada una de las fases de la metodología se promueve la autorregulación.

Los niveles establecidos son los siguientes:

1. Alumnos desde los tres hasta los siete años (figura 2). En el caso de los más pequeños (de los tres a los cuatro años), la primera observación de la aplicación

de la actividad empleada nos llevó a revisar la propuesta, de manera que sin perder la focalización en la argumentación, se acordó una estructura más abierta y focalizar la actividad en la manipulación y la observación. El trabajo se divide en tres fases: **antes** (se les pregunta y se intenta que respondan ordenadamente después de pensar en silencio, ¿qué tenemos?, ¿qué queremos hacer?), **durante** (se les pregunta sobre qué está pasando y por qué pasa) y **después** (se intenta recapitular/reflexionar sobre qué se ha hecho y cómo se ha llevado a cabo).



*1 Para que el alumno active sus conocimientos previos sobre la cuestión.

*2 Dejar participar a los alumnos en el diseño de la experiencia.

*3 Para que el alumno regule su conocimiento y, quizás, lo reconstruya.

Figura 2: Estructura de la metodología para alumnos entre los tres y los siete años

2. Alumnos desde los ocho hasta los trece años (figura 3). En este nivel se enfatiza la consolidación del control de variables y el trabajo del diseño del experimento en general. En los dos cursos de la ESO además se acentúa en la identificación de variables independientes y dependientes, cuantificación de los resultados, y establecimiento de relaciones cualitativas entre variables basadas en los resultados.

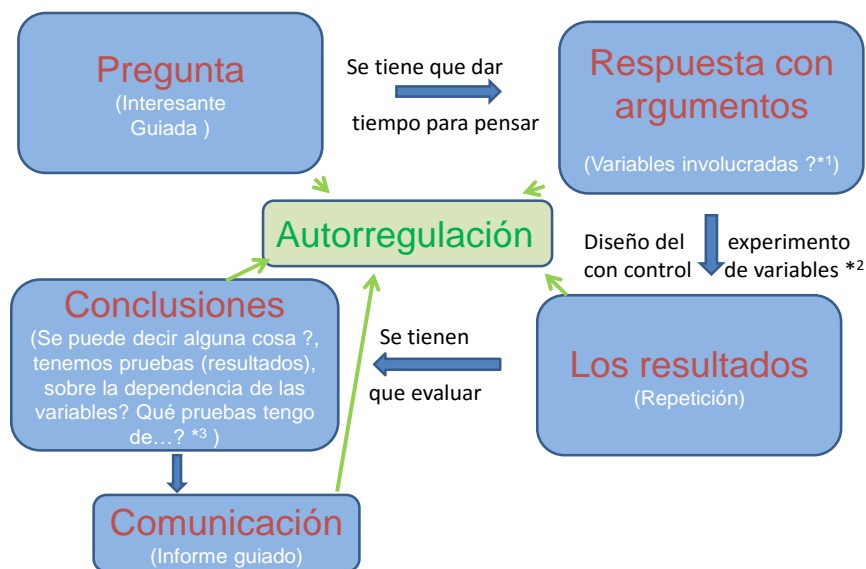


Figura 3: Estructura de la metodología para alumnos entre los ocho y los trece años

3. Alumnos desde los catorce hasta los dieciocho años (figura 4). Los alumnos han de usar, evaluar, reajustar y crear modelos (que el alumno relacione variables a través de la cuantificación sencilla, lineal en la mayoría de los casos).

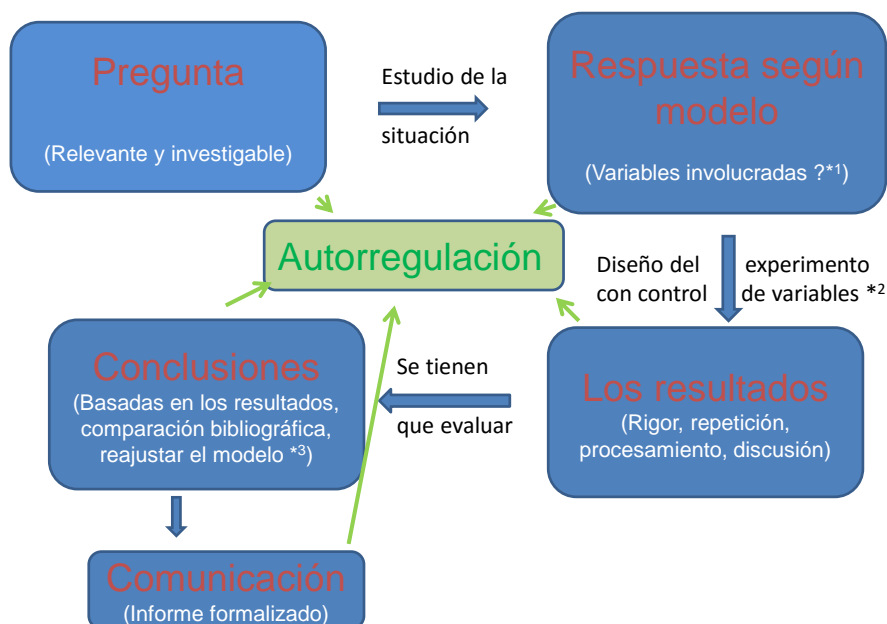


Figura 4: Estructura de la metodología para alumnos entre los catorce y los dieciocho años

REFLEXIONES FINALES

Analizando los resultados de la aplicación de las primeras actividades propuestas por el profesorado se ha constatado que no todas ellas son adecuadas. Hemos comprobado que

algunas no responden a un modelo que esté a la altura cognitiva de los alumnos y por tanto más que ayudar a construir un modelo científico convierten en “mágica” la actividad.

Para el proyecto es importante que los profesores asuman e interioricen qué se entiende por práctica científica y por tanto apliquen adecuadamente el proceso propuesto. Puede que al principio partan de protocolos rutinarios, pero es deseable que poco a poco sean capaces de ser creativos, sin olvidar que es un reto que se plantea toda la escuela conjuntamente y que requiere que haya coherencia entre el quehacer de todos los enseñantes. Para alcanzar este objetivo se ha planteado un seguimiento de los diferentes equipos que ayudará a la planificación de la actividad y buscará tanto reforzar aquello que sea válido como reflexionar sobre lo que conviene revisar. Al mismo tiempo, se irá refinando la propuesta para conseguir que sea válida para el conjunto del profesorado y coherente con las propuestas curriculares.

AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada en el marco del grupo LIEC financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (referencia EDU2015-66643-C2-1-P y BES-2013-063436). El Grup LIEC forma parte del grupo LICEC (referencia 2014SGR1492). A la Escola Pia Sarrià-Calassanç.

REFERENCIAS

- Bell, P. y Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the Web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797-817.
- Campbell, T., Zhang, D. y Neilson, D. (2011). Model based inquiry in the high school physics classroom: an exploratory study of implementation and outcomes. *Journal of Science Education Technoly*, 20(3), 258-269.
- Couso, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. XXVI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Huelva (Andalucía). Último acceso el 12 de febrero de 2016, desde http://www.apice-dce.com/actas/docs/conferencias/pdf/26ENCUENTRO_DCE-ConferenciaPlenariaInaugural.pdf
- Hernández, M.I., Couso, D. y Pintó, R. (2015). Analyzing students' learning progressions throughout a teaching sequence on Acoustic Properties of Materials with a model-based inquiry approach. *Journal of Science Education and Technology*, 24 (2), 356-377.
- Hinojosa, J. y Sanmartí, N. (2015). La autorregulación metacognitiva como medio para facilitar la transferencia en mecánica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(2), 249-263.
- Hinojosa, J. y Sanmartí, N. (2016). Promoviendo la autorregulación en la resolución de problemas de física. *Ciência & Educação (Bauru)*, 22 (1), 7-22.
- Khan, S. (2007). Model-based inquiries in chemistry. *Science Education*, 91, 877-905.
- King, D. (2012): New perspectives on context-based chemistry education: using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning, *Studies in Science Education*, 48(1), 51-87.
- Lehrer, R., Schauble, L. y Lucas, D. (2008). Supporting development of the epistemology of inquiry. *Cognitive Development*, 23, 512-529.

- Linn, M. (2000). Designing the knowledge integration environment. *International Journal of Science Education*, 22(8), 781-796.
- Pigrau, T., Sanmartí, N. (2015). Competència científica: Dimensions, caracterització i avaluació. Último acceso el 12 de febrero de 2016, desde <http://www.tresorderecursos.com>.
- Rosa, C. W. y Alves Filho, J. P. (2014). Estudo da viabilidade de uma proposta didática metacognitiva para as atividades experimentais em física. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(1), 61-81.
- Schwarz C. (2009). Developing preservice elementary teachers' knowledge and practices through modeling-centered scientific inquiry. *Science Education*, 93(4), 720-744.
- Schwarz, C., Reiser, B, Davis, B., Kenyon, L, Acher, A., Fortus, D., Hug, B. y Krajcik, J. (2009). Designing a learning progression of scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Schraw, G., Crippen, K.J. y Hartley, K. (2006). Promoting Self-Regulation in Science Education: Metacognition as Part of a Broader Perspective on Learning. *Research in Science Education*, 36, 111-139.
- Wells, M., Hestenes, D. y Swackhamer, G. (1995). A modeling method for high school physics instruction. *American Journal of Physics*, 63(7), 606-619.
- Windschitl, M., Thompson, J. y Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92, 941-967.

¿Qué concepciones tienen los docentes en ejercicio y en formación inicial, sobre el uso didáctico de los videojuegos?

Lorca, A. A., Cuenca, J. M., Vázquez, B., Lorca, J. A.*

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. *Departamento de Psicología. Facultad de Educación. Universidad de Huelva.*

antonio.lorca@ddcc.uhu.es

RESUMEN

Existe ciencia en la publicidad (Jiménez-Liso et al, 2000), en las noticias (Jiménez-Liso et al, 2010), en las películas, en la TV, en los centros y museos de ciencia, en Internet (De Pro, 2005) y como no, también en los videojuegos (VJ), un recurso didáctico que aunque originalmente no estuvo diseñado con un fin educativo puede ser utilizado en el aula con ese fin (Cuenca, 2011). Dentro de esta era tecnológica, los VJs son uno de los medios que más éxito tienen entre los jóvenes y por tanto los centros educativos no pueden permanecer ajenos, máxime cuando puede ser el origen o el refuerzo de concepciones alternativas. Existe la necesidad de conectar los aprendizajes a la vida diaria contextualizándolos en los centros educativos. Nuestro objetivo se centra en determinar las concepciones que tienen los docentes, tanto “en formación inicial” (DFI) como “en ejercicio” (DE), sobre el uso de los VJs en el aula de ciencias.

Palabras clave

Formación, Videojuegos, Concepciones, Didáctica, Experimentales

INTRODUCCIÓN

Cuando se forma a futuros formadores, una de las principales cuestiones que se suscita es qué tipo de saberes deseamos que construyan (Vázquez-Bernal y Lorca-Marín, 2014). El enseñar ciencias en un mundo que evoluciona tan sumamente rápido, precisa no solo traspasar la frontera de la ciencia como contenido académico, sino incorporar otras perspectivas disciplinares, sociales, tecnológicas, históricas, psicodidácticas....

En los últimos años, ha surgido un fenómeno, conocido como tecnologías del aprendizaje y el conocimiento (TACs), que ha supuesto una nueva concepción del uso y la forma de pensar en la web y que un profesional de la educación no puede dejar de plantearse y preguntarse sobre su uso en el aula. “En relación a esta realidad social, en la que se mueve el alumnado, nos interesa utilizar tales destrezas y habilidades para desarrollar otros hábitos relacionados con la docencia: comunicación, diversión, motivación...” (Lorca-Marín et al, 2014)

Por otro lado, mientras los VJs “invaden” el mundo de los jóvenes, los formadores parecen seguir ajenos a las nuevas tecnologías y su aprovechamiento para mejorar y motivar el aprendizaje de los alumnos (Etxeberría, 2012). En este sentido, existen numerosas investigaciones realizadas en torno a los componentes de la didáctica de las ciencias (Hernández, 2000; Kaufman y Fumagalli, 2000) fomentan la necesidad de

investigar no solo los aspectos que rodean al educando (motivación, intereses, expectativas y valores), sino también aquellos relacionados con el docente, como sus modelos conceptuales y epistemológicos sobre cómo conciben la ciencia, cómo la enseñan y cómo creen que se aprende, así sobre los recursos que se ponen a su disposición.

Conviene tener presente que los medios de comunicación y los aparatos tecnológicos interactúan entre los ámbitos de la enseñanza y del aprendizaje, y una utilización adaptada y adecuada de sus recursos en el sistema educativo puede propiciar un nexo entre ambas nociones (Pallarés, 2013). Asimismo, la constante interacción de los menores con y en contextos virtuales, aunque considerada como una actividad con un alto componente lúdico, contribuye a la adquisición y desarrollo de competencias digitales tal como se establece en el currículo oficial.

Martinho y Pombo (2009) establecen que los VJs posibilitan la educación científica, colocan en la resolución de problemas contextualizados, actividades experimentales, trabajo colaborativo y un enfoque interdisciplinario de los problemas contemporáneos. Diferentes autores (Perales, 2000) apuntan a la resolución de problemas como estrategia para ayudar al aprendizaje de contenidos científicos. Existe un gran potencial en los VJs a la hora de introducirlos en los procesos de aprendizaje para adquirir competencias y habilidades que favorezcan la alfabetización (Jenkins et al., 2006). Pueden, en un entorno lúdico y atractivo, generalizar hechos y procesos, contextualizar el aprendizaje incluso experimentando, a veces experimentos peligrosos, errando, corrigiendo, repitiendo, en definitiva, aprender practicando.

Los juegos podrían caracterizarse como actividades que facilitan vivencias, y que se centran en experiencias en las que el jugador vive y se reconoce como un protagonista que interactúa con el medio, además de mejorar su pensamiento lógico y crítico y sus habilidades para resolver problemas (Higgins, 2001). Esto permite desarrollar un pensamiento abstracto para explicar fenómenos y acercar al alumnado la esencia de la ciencia, que no es otra que elaborar modelos que expliquen los fenómenos del mundo para actuar responsablemente en él (Harlen y Qualter, 2009).

Entre las orientaciones metodológicas que se proponen, está la de proporcionar experiencias para que el alumnado aprenda a observar la realidad, a hacerse preguntas, y a reflexionar sobre los fenómenos naturales, y conseguir que sean capaces de elaborar respuestas a los interrogantes que plantea el mundo natural. En las Ciencias Experimentales la metodología tiene una gran importancia; cómo se abordan los contenidos es lo que hace diferentes unos aprendizajes de otros, por lo que es necesario que los maestros/as, partiendo tanto de sus conocimientos y formación como de los conocimientos previos de sus alumnos/as, consigan un acercamiento progresivo al conocimiento científico de éstos y les ayuden a aprender, proporcionándoles en cada momento las experiencias necesarias que así se lo permitan. Sin duda, la utilización de los VJs en el contexto educativo lleva pareja modificaciones sustanciales en las situaciones generadas y estrategias de enseñanza/aprendizaje. Sin embargo, diversos autores (Grupo F9, 2008) apuntan a los beneficios para el aprendizaje de los más jóvenes, mejorando aspectos cognitivos como la observación de los detalles, la percepción, razonamiento lógico, comprensión lectora y vocabulario, conocimientos de todo tipo (geográficos, históricos, matemáticos), resolución de problemas y planificación de estrategias; destrezas y habilidades como potenciar el autocontrol y la autoevaluación, la motivación, el sentimiento de superación, habilidades motrices y de reflejos, percepción visual, coordinación óculo-manual, percepción espacial, curiosidad, inquietud por

investigar, alfabetización digital, ... Frente a un problema, se pueden utilizar diferentes estrategias de resolución, distintas hipótesis o conjeturas, que dan lugar al contraste y, en su caso, a la divergencia, entre diferentes pensamientos. Es en torno a estas divergencias donde se fomenta el interés, el espíritu analítico y crítico y las posibles respuestas.

Si bien el VJ nace como elemento de diversión, ha sabido evolucionar adecuadamente y adaptarse a las necesidades del mundo para llegar a campos del conocimiento en los que, en un principio, era totalmente impensable. Los VJs han de dotar a sus destinatarios de creatividad y de la posibilidad de resolver problemas, generando espacios de reflexión a través de un nuevo tipo de discurso interactivo, que alfabetiza en los nuevos medios (Lacasa, 2011)

No obstante el tratamiento de los VJs en el aula de ciencias experimentales es más escaso, y los que hay son de corte experiencial y divulgativo (Abella y Gacía, 2010; Lacasa, 2011). Por tanto, existe una necesidad de profundizar sobre este recurso y en esta área, con la finalidad de generar modelos de buenas prácticas y su implantación en el aula de Ciencias Experimentales. Cuando se forma a futuros formadores, una de las principales cuestiones que se suscita es qué tipo de saberes deseamos que construyan (Vázquez-Bernal y Lorca-Marín, 2013). En este sentido, a continuación, se describirán los problemas que preocupan al investigador y que centran la problemática a tratar, definiéndolos en forma de objetivos y haciéndolos explícitos como formulación de nuestras hipótesis.

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN: ¿CUÁLES SON LAS CONCEPCIONES QUE TIENEN LOS DOCENTES SOBRE LA UTILIDAD DE LOS VJS EN LAS AULAS DE CIENCIAS?

Debemos abordar el planteamiento en forma de pregunta, de modo que guíen tanto la investigación así como el instrumento de análisis, entendiendo éstos como aquellos instrumentos que posibilitarán examinar la información obtenida y guíen hacia la resolución de estos problemas. Así se cuestionó la utilidad o no de los VJs en educación y en su caso, en qué etapa educativa. De cara a este planteamiento, lo derivamos en forma de hipótesis, *Existen diferencias entre los DFI y DE en la utilidad didáctica de los VJs y Existen diferencias en la valoración de la utilidad didáctica de los VJs relacionada con haber tenido formación específica en didáctica durante los procesos de formación inicial tanto para los DFI como DE.*

METODOLOGIA

Procedimiento

Para la recogida de la información de los DFI, el periodo de recogida de información se hizo coincidir con el periodo lectivo. Se pidió colaboración tanto de los docentes como de los alumnos e incluyesen en un breve periodo de clase, se llevase a cabo por parte de los alumnos/as la realización del mismo en el primer semestre (enero/febrero) del curso 2013/14.

En su caso, para la recogida de la información de los DE, la recogida se hizo en marzo del 2014 durante la celebración del congreso (EABE'14). Bajo este marco se reúnen un total de más de 200 docentes en ejercicio y altamente activos y protagonistas de múltiples acciones que afectan a miles de niños en sus aulas. Bajo esta predisposición a la acción e innovación educativa, encontramos el contexto ideal donde el tratamiento de este estudio puede encontrar a un grupo representativo de informantes cuyo dominio tanto en el uso

de TICs como de los distintos elementos involucrados en los procesos de enseñanza y aprendizaje, los hacen ser los informantes más idóneos para los objetivos propuestos.

Participantes

En la presente investigación participaron un total de 720 informantes. Del total de participantes, 659 pertenecían al conjunto de DFI, alumnos de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Huelva, tanto de Grado (N=570), como de Posgrado para la formación del profesorado de enseñanza secundaria (N=89). Además aquellos pertenecientes al título de Grado se subdividieron en aquellos alumnos matriculados en la titulación de Grado de Maestro de Educación Infantil (N=243) o aquellos alumnos que pertenecían a la titulación del Grado de Educación Primaria (N=327).

Por otro lado, participaron un total de 61 informantes pertenecientes al conjunto de DE, es decir, docentes que desarrollan su labor profesional en aulas ordinarias, de los cuales 7 voluntarios pertenecían al nivel de Educación Infantil, 32 al de Educación Primaria y 22 docentes de Enseñanza Secundaria, de distintas especialidades relacionadas con las ciencias experimentales (Biología, Geología,...).

Análisis

En la tabla I, se representan la frecuencia y porcentaje, así como las diferencias por tipo de informante, de aquellas variables que describen si el VJ es útil y en qué ciclo. Con ello hemos tratado de buscar aquellas variables que nos permitan hacernos una idea de dónde el uso de los VJs es adecuado. Además, en dicha tabla I, se aporta el Ji-cuadrado y el grado de significación de las diferencias por género de cada uno de los valores de las variables.

En relación a la primera variable de análisis utilidad en la enseñanza, puede observarse que no hay diferencias en cuanto al tipo de informante. Vemos que la utilidad sobre el papel que puede desempeñar el VJ en el aula, no varía en relación a si son DFI o DE, con un fuerte arraigo a las metodología innovadoras con recursos TICs. En cualquier caso, existe una concepción generalizada por los informantes sobre la utilidad de los VJs en aula.

Tabla I. Porcentajes y Ji-cuadrado de las variables utilidad y etapa educativa según el tipo de informante

Variable	Valores	DFI (N=659)	DE (N=61)	χ^2	<i>p</i> -valor
Utilidad en la enseñanza		509 (77.24%)	51 (83.61%)	.16	.690
	Infantil	244 (37.03%)	50 (81.97%)	14.07	.000
	Primaria	309 (46.89%)	55 (90.16%)	11.15	.000
Etapa educativa	Secundaria	237 (35.96%)	53 (86.89%)	19.84	.000
	Bachiller	162 (24.58%)	47 (77.05%)	30.97	.000
	Universidad	154 (23.37%)	43 (70.49%)	27.44	.000

Nota. Se muestran los índices resumen de los factores de criterio relacionados con la dedicación la utilidad y la etapa educativa donde es más efectivo los VJs (en filas) distribuidos por tipos de informantes (en columna).

Esta diferencia de porcentajes no es significativa, evidenciando que tanto los DE como DFI, perciben el VJ útil en un elevado porcentaje de los casos.

En cuanto a la etapa educativa donde es útil el uso de los VJs, nos encontramos que existen diferencias entre ambos tipos de informantes. Sin embargo, es en la etapa de educación primaria donde se alcanzan los valores más altos tanto en ambos casos.

En un análisis cruzado de porcentaje de esta variable distribuidos por tipo de informante (ver figura I), se observa que aunque existen diferencias por cada una de las etapas, ambos grupos conciben el VJ como un recurso con mayor grado de utilidad en la educación primaria, disminuyendo a medida que progresamos en las etapas. Siendo mucho más progresivo en DE (no presentan diferencias entre ellas) frente a los DFI, con una progresión más escalonada.

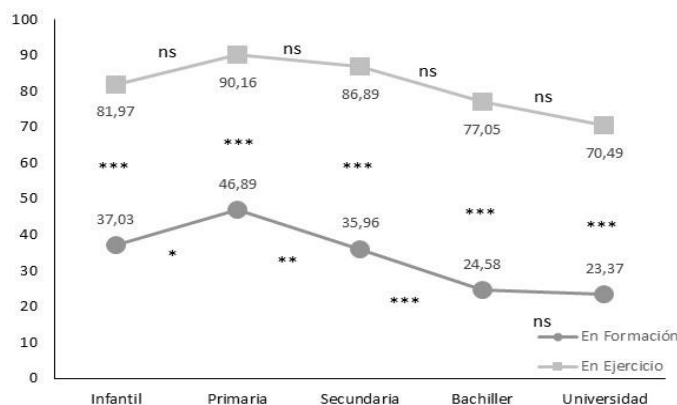


Figura I Distribución de porcentajes de la variable utilidad de los VJs en los diferentes niveles educativos. Los docentes en formación inicial (en negro) y los docentes en ejercicio (en gris). Nota (en adelante). Se marca en asteriscos el p-valor a través de la prueba Ji-cuadrado (n.s. - no significativa. * < .05. ** < .01. ***<.001)

En cuanto a los resultados cuando agrupamos los informantes por tipos, según los criterios de clasificación (ver tabla II), vemos, como era de esperar, en cuanto a la variable *utilidad en la enseñanza*, que no existe diferencia entre los grupos.

Tabla II. Porcentajes y Ji-cuadrado de las variables utilidad y etapa educativa según los tipos de informante según los criterios de clasificación

Variable	Valores	TIPO I.1	TIPO I.2	TIPO II.1	TIPO II.2	χ^2	p-valor
		(N=570)	(N=89)	(N=40)	(N=21)		
Utilidad en la enseñanza		433 (75.97%)	76 (85.39%)	35 (87.5%)	16 (76.19%)	.76	.859
Etapa educativa	Infantil	208 (36.49%)	36 (40.45%)	32 (80.0%)	18 (85.71%)	15.86	.001
	Primaria	262 (45.97%)	47 (52.81%)	35 (87.5%)	20 (95.24%)	11.69	.008
	Secundaria	193 (33.86%)	44 (49.44%)	34 (85.0%)	19 (90.48%)	23.23	.000
	Bachiller	135 (23.68%)	27 (30.34%)	31 (77.5%)	16 (76.19%)	31.95	.000
	Universidad	125 (21.93%)	29 (32.58%)	28 (70.0%)	15 (71.43%)	30.04	.000

Nota. Se muestran los índices resumen de los factores de criterio relacionados con la dedicación la utilidad y la etapa educativa donde es más efectivo los VJs (en filas) distribuidos por tipos de informantes según criterios los criterios de clasificación (en columna).

En cuanto a la etapa educativa donde es más efectiva, se observa que la tendencia descrita en el análisis anterior (en formación/en ejercicio) se mantiene (ver figura II), siendo en cualquiera de los casos en la etapa de primaria donde vuelve a ponerse de relevancia su uso más efectivo y disminuyendo ésta a medida que aumentamos en las etapas.

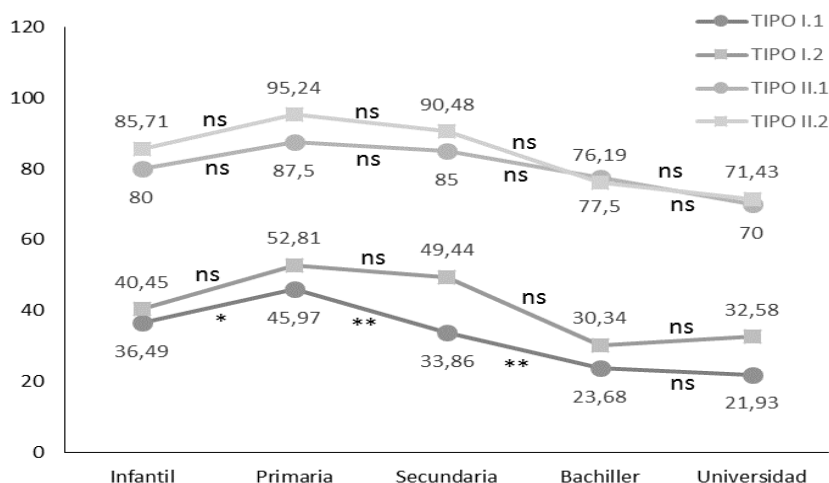


Figura II Distribución de porcentajes de la variable utilidad de los VJs en los diferentes niveles educativos en función de los criterios de clasificación.

En un análisis intragrupo, entre el profesorado en formación inicial (TIPO I.1/TIPO I.2) y en ejercicio (TIPO II.1/TIPO II.2) no aparecen diferencias significativas en ninguno de los casos, por lo que para simplificar las tablas y los datos no se ponen de manifiesto en el texto.

Resulta interesante, de cara a dar respuesta al interrogante establecido en este sub-objetivo, establecer si existen diferencias entre las respuestas y por tanto entre los datos de los maestros en formación inicial (TIPO I.1) y maestros en ejercicio (TIPO II.1), al igual que también entre profesores en formación inicial (TIPO I.2) y profesores en ejercicio (TIPO II.2). Para ello, se muestra en la tabla III, los Ji-cuadrado y p-valor de esta variable según estos cruces, observándose diferencias en todos los casos, con excepción de los profesores respecto a su concepción sobre la utilidad en infantil y primaria.

Tabla III. Ji-cuadrado de la variable etapa educativa según los tipos de informante según los criterios de clasificación (cruce por pares)

Variable	Valores	TIPO I.1/TIPO II.1		TIPO I.2/ TIPO II.2	
		χ^2	p-valor	χ^2	p-valor
Etapa educativa	Infantil	10.20	.001	4.05	.044
	Primaria	7.20	.007	2.71	.099
	Secundaria	14.55	.000	2.76	.097
	Bachiller	23.05	.000	5.54	.019
	Universidad	20.78	.000	3.95	.047

Nota. Se muestran los índices resumen de la etapa educativa donde es más efectivo los VJs (en filas) distribuidos por tipos de informantes según criterios los criterios de clasificación (en columna) por pares. Se acompaña del grado de significación (p-valor) de las diferencias de frecuencias a través de la prueba estadística Ji-cuadrado.

Como podemos observar en la tabla III, con excepción de la opinión de los profesores (TIPO I.2/TIPO II.2) con respecto a la utilidad de los VJs en las etapas de primaria y secundaria, el resto de los cruces presentan diferencias significativas. Es decir, tal como

se muestra en las tablas II y III, el porcentaje de docentes en ejercicio es mayor en cuanto a la utilidad del uso de los VJs, que aquellos que se encuentran en formación inicial. Tendencia que se mantiene en todas las etapas, a excepción de los profesores respecto a la educación primaria y educación secundaria donde no existen estas diferencias.

Discusión

Vemos que la utilidad sobre el papel que puede desempeñar el VJ en el aula de ciencias, no varía en relación a si son DFI o DE con fuerte arraigo a las metodologías innovadoras con recursos TICs. Pero esta afirmación debe ser matizada. Cuando la pregunta se realizó de manera descontextualizada y generalizada, es cierto que los porcentajes de afirmaciones a esta cuestión fueron muy elevados tanto para el grupo de DFI (77.24%) como para los DE (83.61%). Sin embargo, cuando esta cuestión se trasladaba y se inscribía en un determinado ciclo educativo, el porcentaje del grado de VJ disminuía drásticamente en DFI (apenas un 45%). En cambio, los DE mantenían los niveles de afirmación muy elevados en todos los ciclos educativos. Parece que esta utilidad generalizada en la docencia también está siendo respaldada por diferentes estudios (Romero y Tena, 2012; Pascual, 2012; Ramírez, 2012).

Cuando a un DFI se le pregunta “¿crees que los VJs tienen utilidad en la enseñanza de las ciencias?”, la mayoría de los informantes responden afirmativamente. Sin embargo, cuando se le pregunta por “¿consideras positivo el uso de los VJs en el nivel educativo de infantil?” (y resto de ciclos), el porcentaje de afirmaciones disminuye drásticamente. Sin embargo, este matiz de respuestas no se da en los DE. Nótese que para ambos grupos, es en el nivel de primaria donde, a vista de los informantes, los VJs cobran mayor valor en su utilización, disminuyendo en ambos casos a medida que aumentamos el ciclo de formación. A pesar de ello, advertir que los DE mantienen una elevada opinión sobre el recurso en todos los ciclos. Este patrón que acabamos de describir, se mantiene tanto para el grupo con formación didáctica como aquellos que no la han recibido. Por lo tanto, no sería muy aventurado afirmar que el factor de conocimiento en la práctica (tener experiencia en el ejercicio docente), aparece como un elemento determinante en la valoración de los VJs como recurso didáctico para las ciencias. Así el hecho de tener experiencia en el ejercicio docente es más influyente en la valoración de los VJs que el haber recibido formación específica en didáctica.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Sánchez (2014) en su análisis. Sus resultados mostraban que era en la etapa de primaria e infantil donde mayor potencial didáctico poseían los VJs y siendo la etapa universitaria donde menos. Además, este autor, obtuvo una relación directa entre la edad de los videojugadores y la valoración del uso en las distintas etapas. Esto último, explicaría parcialmente nuestros resultados, dado que los DE son de mayor edad que los DFI. Estudios muestran que los docentes deciden usarlos en clase de acuerdo a la conexión explícita que tienen con contenidos de la materia (Grupo F9, 2008). La decisión nace de la experiencia del docente y de su creencia sobre el potencial uso didáctico de los VJs (Garrido, 2013), por tanto la formación incide en el uso de una mayor variedad de estrategias de enseñanza (Martínez et al., 2002).

Entre las razones más significativas que nuestros informantes dan para justificar sus respuestas están las de: “divierten, entretienen y se pueden abstraer multitud competencias educativas”, “conectan con los intereses directos del alumnado al que atendemos”, “desarrollan capacidades cognitivas y habilidades”, “proponen problemas de muy diversa tipología al que deben buscar soluciones”, “el descubrimiento guiado o la metodología investigativa, pues en los VJs, el profesor no tiene que tomar partido para el desarrollo de la actividad”, “... permite relacionar aspectos de su vida cotidiana con lo

estudiado en el centro educativo”, “...potenciar la creatividad y la capacidad de ser autónomo a la hora de enfrentarse ante la diversas cuestiones”.

Entre los más escépticos en su uso, basan su respuesta en cuestiones de autoformación y estructura del sistema educativo actual, en el caso de los DE, existiendo concepciones de arraigo sociales más fundamentadas en la creencia popular que en la literatura científica actual “infunden comportamientos violentos”, “no porque distraen”, “solo se aprenden con los didácticos”, “los VJs están para entretener, y no para enseñar”.

CONCLUSIONES

La hipótesis en la que se enmarca el trabajo, reside en torno a las concepciones que tienen los docentes sobre el uso didáctico de los VJs en el aula de ciencias. De esta forma, nos planteamos la posibilidad de que existieran diferencias en cuanto a estas concepciones y que se relacionasen con la experiencia práctica de los docentes.

Existe una unanimidad en cuanto a la concepción generalizada de la posible utilidad de los VJs en el aula. Sin embargo, cuando se contextualiza en un determinado ciclo educativo, se presentan ciertas matizaciones. Los DFI, a pesar de conocer la utilidad en la docencia general y en las aulas de ciencias en particular, no acaban de decidir qué ciclo sería más efectivo para su uso. Sin embargo, son los DE los que valoran muy positivamente su uso, sobre todo en primaria y secundaria.

Por tanto, se podría aventurar que el factor de experiencia en la práctica aparece como un elemento determinante en la valoración de los VJs como recurso, más que en el haber recibido formación en didáctica.

BIBLIOGRAFÍA

- Abella, L. E., y García, A. (2010). El uso de videojuegos para la enseñanza de las ciencias, nuevos desafíos al papel docente. *Revista EDUCyT*, (2), 19-32.
- Cuenca, J. M., Martín-Cáceres, M. J., y Estepa-Giménez, J. (2011). Historia y videojuegos: Una propuesta de trabajo para el aula de 1º de ESO. *Iber: Didáctica De Las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, (69), 64-73.
- De Pro, A. (2011). Conocimiento científico, ciencia escolar y enseñanza de las ciencias en la educación en secundaria. En A. Caamaño (Coord.), *Didáctica de la física y la química* (pp. 13-33). Barcelona: Graó-Me.
- Etxeberria, F. (2012, Febrero). *Videojuegos: riesgos y oportunidades en educación*. Ponencia presentada en el I Congreso Internacional Videojuegos y Educación, L'Alfàs del Pi, Alicante), España. Recuperado de <http://www.uv.es/ordvided/ACTAS/ACTAS%20CIVE%202012.pdf>
- Garrido, J. M. (2013). Videojuegos de estrategia. Algunos principios para la enseñanza. *Revista Electrónica De Investigación Educativa*, 15(1), 62-74.
- Grupo F9. (2008). Secuencias formativas y uso de los videojuegos en la escuela. En B. Gros (Coord), *Videojuegos y aprendizaje* (pp. 113-131). Barcelona: Graó.
- Harlen, W., y Qualter, A. (2009). *The teaching of science in primary schools*. Abingdon: Routledge.
- Hernández, F. (2000). Los proyectos de trabajo: La necesidad de nuevas competencias para nuevas formas de racionalidad. *Revista Educar*, (26), 39-51.
- Higgins, S. (2001). ICT and teaching for understanding. *Evaluation y Research in Education*, 15(3), 164-171.

- Jenkins, H., Purushotma, R., Clinton, K., Weigel, M., y Robison, A. (2006). *Confronting the challenges of participatory culture: Media education for the 21^o Century*. Chicago, IL: The MacArthur Foundation.
- Jiménez-Liso, M. R. (2000). «*Contenidos relacionados con los procesos ácido-base: diagnóstico y propuestas didácticas al nivel universitario*» (Tesis doctoral inédita). Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Granada. Granada
- Jiménez-Liso, M. R., Hernández-Villalobos, L., y Lapetina, J. (2010). Dificultades y propuestas para utilizar las noticias científicas de la prensa en el aula de ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación De Las Ciencias*, 7(1), 107-126.
- Kaufman, M., y Fumagalli, L. (2000). *Enseñar ciencias naturales. Reflexiones y propuestas didácticas*. Barcelona: Paidós.
- Lacasa, P. (2011). *Los videojuegos. Aprender en mundos reales y virtuales*. Madrid: Ediciones Morata.
- Lorca-Marín, A. A., Vázquez-Bernal, B., y Rosa, S. (2014). Los videojuegos para el profesorado en formación inicial de educación infantil en la enseñanza de las ciencias de la naturaleza. En M. A. De las Heras, A. Lorca, B. Vázquez Bernal, A. Wamba y R. Jiménez (Eds.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante. XXVI encuentro de didáctica de las ciencias* (pp. 781-788). Huelva: Universidad de Huelva.
- Martínez, M. M., Martín, R., Rodrigo, M., Varela, M. P., Fernández, M. P., y Guerrero, A. (2002). Un estudio comparativo sobre el pensamiento profesional y la "acción docente" de los profesores de ciencia en educación secundaria. Parte II. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 243-260.
- Martinho, T., y Pombo, L. (2009). Potencialidades das TIC no ensino das ciências naturais-um estudo de caso. *REEC: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(2), 8.
- Pallarés-Piquer, M. (2013). La publicidad como herramienta de aprendizaje escolar. *Revista Iberoamericana de Educación*, 61(1). Disponible en <http://www.rieoei.org/deloslectores/5311Pallares.pdf>
- Pascual, M. A. (2012). Posibilidades educativas de los videojuegos y juegos digitales en la etapa de primaria. En V. Marín (Coord.), *Los videojuegos y los juegos digitales como materiales educativos* (pp. 109-130). Madrid: Editorial Síntesis.
- Perales, F.J. (2000). La resolución de problemas. En F.J. Perales y P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Editorial Marfil.
- Ramírez, E. (2012). Posibilidades educativas de los videojuegos y juegos digitales en Educación Secundaria Obligatoria. En V. Marín (Coord.), *Los videojuegos y los juegos digitales como materiales educativos* (pp. 133-164). Madrid: Editorial Síntesis.
- Romero-Tena, R. (2012). Posibilidades educativas de los videojuegos y juegos digitales en la etapa de infantil. En V. Marín (Coord.), *Los videojuegos y los juegos digitales como materiales educativos* (pp. 79-106). Madrid: Editorial Síntesis.
- Sánchez, P. A. (2014). *Evaluación del uso de los videojuegos como medio de enseñanza-aprendizaje. Una perspectiva desde la opinión de los estudiantes de grado de la universidad de Murcia* (Tesis doctoral inédita). Departamento de Didáctica y Organización Escolar, Universidad de Murcia, Murcia.
- Vázquez-Bernal, B., y Lorca-Marín, A. A. (2014). La construcción del conocimiento escolar de las ciencias de la naturaleza en el grado de maestro de educación infantil. En J. J. Maquilón Sánchez, y J. I. Alonso Roque (Eds.), *Experiencias de innovación y formación* (pp. 1-11). Murcia: AUFOR/Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones.

As potencialidades do envolvimento das famílias num projeto de ativismo ambiental: resultados do Projeto IRRESISTIBLE em Portugal

Marques, A. R., Espírito-Santo, M.

Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Portugal

arlm@campus.ul.pt

Escola Básica de Vale Rosal, Portugal

espiritos1@gmail.com

RESUMO

O Projeto IRRESISTIBLE surge com a finalidade de envolver professores, alunos e o público no processo de Investigação e Inovação Responsáveis através do desenvolvimento, em sala de aula, dos módulos concebidos pelas Comunidades de Aprendizagem (CdA) do projeto, os quais implicam os alunos no desenvolvimento de exposições sobre temas científicos "de ponta". A exposição, entendida como uma iniciativa de educação junto de outros cidadãos, constitui um contexto e pretexto para alunos e professores participarem numa ação comunitária sobre temas sócio-científicos e sócio-ambientais controversos, motivando o envolvimento de outros. A presente investigação tem como finalidade identificar as potencialidades do envolvimento das famílias no processo de desenvolvimento das exposições, estratégia dinamizada por uma das professoras que pertence à CdA Portuguesa do Projeto.

Palavras chave

Projeto IRRESISTIBLE, exposições científicas, ação comunitária fundamentada em investigação, ativismo, envolvimento das famílias

INTRODUÇÃO

O Projeto IRRESISTIBLE

A Comissão Europeia, com a finalidade de aproximar os cidadãos da ciência, tem vindo a focar a sua ação no tema Investigação e Inovação Responsáveis (IIR). Segundo a IIR, de modo a que os processos e produtos da investigação se compatibilizem com as necessidades da sociedade, é fundamental assegurar a participação conjunta de todos os atores sociais. O Projeto IRRESISTIBLE (<http://www.irresistible-project.eu/index.php/en/>) – Including Responsible Research and Innovation in cutting-edge Science and Inquiry-based Science Education to improve Teacher's Ability of Bridging Learning Environment – surge com a finalidade de envolver professores, alunos e o público no processo de IIR. Este envolvimento é concretizado através do desenvolvimento, em sala de aula, dos módulos concebidos pelas Comunidades de Aprendizagem (CdA) do projeto. Cada módulo, subordinado a um tema científico atual, implica, no contexto da estratégia Inquiry Based Science Education, o modelo de ensino dos 5E de Rodger Bybee: Engage, Explore, Explain, Elaborate e Evaluate. A ele foram acrescentadas duas etapas – Exchange e Empowerment – que implicam o desenvolvimento de exposições pelos alunos. As CdA envolvem a participação de

professores de ciências, educadores em ciência, cientistas que investigam nas áreas científicas selecionadas e especialistas em educação não formal. Cada país envolvido será responsável pela concepção de um módulo de atividades, testado pelo país autor e pelos países parceiros, sendo a sua implementação avaliada através de estudos de caso.

Empowerment e Exchange: as exposições científicas como estratégia de ação comunitária fundamentada em investigação

O desenvolvimento de uma exposição científica constitui um pretexto e um contexto para os alunos investigarem sobre os seus próprios interesses: questionando, colaborando e observando (Sleeper & Sterling, 2004), recorrendo à lógica e à evidência no processo de formulação e revisão das explicações científicas, reconhecendo e analisando explicações alternativas e comunicando argumentos científicos. Através da construção e apresentação de exposições sobre a IIR de temas científicos "de ponta", alunos e professores têm a oportunidade de contactar com temas que realçam uma ciência de fronteira, controversa, incerta e sob debate. A discussão inerente à concepção das exposições pode ser particularmente útil, promovendo: a) a aprendizagem sobre os conteúdos, processos e a natureza da ciência e tecnologia; b) o desenvolvimento cognitivo, social, político, moral e ético (Kolstø, 2001b; Millar, 1997; Sadler, 2004). Entendida como uma iniciativa de educação junto de outros cidadãos, a concretização da exposição possibilita aos alunos participar numa ação comunitária sobre temas sócio-científicos controversos e motivar outros a envolverem-se nela. A ação comunitária fundamentada em investigação pode ser considerada uma importante dimensão da literacia científica (Hodson, 1998), possibilitando aos alunos aumentar o seu conhecimento acerca dos problemas em causa e desenvolver competências de investigação e cidadania participativa e fundamentada, desenvolvendo também o sentimento de poder de intervenção na evolução da sociedade (Reis, 2013).

O envolvimento das famílias na Escola

As condutas das crianças e jovens são fortemente influenciadas pelos estímulos e modelos existentes nos ambientes sociais onde se inserem, sendo que a família e a escola representam as suas duas principais referências (Diogo, 1998). São vários os estudos que apontam as vantagens para os alunos quando os pais apoiam e encorajam as atividades escolares, sendo que os efeitos positivos se estendem também aos próprios pais e às famílias, professores e escolas (Marques, 1993; Musito, 2003).

A propósito do envolvimento das famílias na escola, Davies (1989) distingue-o de participação, e considera o “envolvimento dos pais como todas as atividades desenvolvidas pelos pais para que os filhos obtenham sucesso educativo” (p. 38) podendo essas atividades ser desenvolvidas tanto em casa como na escola. Para este autor, o envolvimento dos pais impulsiona o desenvolvimento da criança, o sucesso académico e social dos alunos na escola, assim como a própria educação dos pais.

Ainda que nem todas as famílias se envolvam e colaborem no processo educativo dos seus educandos, o papel dos professores continua a ser de primordial importância na aproximação das famílias às escolas. Com efeito, se o pretendido é que os pais se envolvam na aprendizagem dos filhos, então os professores devem desenvolver estratégias para comunicarem efetivamente com os pais (Epstein, 1997) e integrá-los nas atividades escolares dos seus filhos. Para Marques (1997), o envolvimento parental faz parte de um movimento cívico, mais geral, de participação na vida das comunidades, podendo representar uma oportunidade para os pais intervirem nos destinos das suas comunidades e desenvolverem competências de cidadania.

Esta investigação, desenvolvida em dois momentos (2014/2015 e 2015/2016), tem como finalidade identificar as potencialidades do envolvimento das famílias no processo de desenvolvimento das exposições científicas preconizadas no âmbito do IRRESISTIBLE, estratégia dinamizada por uma professora de Ciências Naturais pertencente à CdA Portuguesa do Projeto. Em virtude do segundo momento investigativo estar ainda a decorrer, serão apresentados, neste resumo, os resultados relativos ao primeiro momento, sendo que em setembro de 2016 se apresentarão os resultados de ambos os momentos investigativos.

METODOLOGIA

A presente investigação centrou-se no trabalho desenvolvido por uma professora de Ciências Naturais do 2.º CEB, no segundo e terceiro anos de desenvolvimento do IRRESISTIBLE em Portugal (2014/2015 e 2015/2016, respetivamente).

Em 2014/2015 a professora implementou o módulo subordinado ao tema da Ciência Polar “Planeta Terra ou Planeta Água?” em três turmas do 5.º ano de escolaridade, remetendo, para casa, a tarefa de planificação e construção dos objetos para a exposição final, solicitando o auxílio dos pais nesse processo. Com a finalidade de recolher dados sobre o impacto do envolvimento dos pais na etapa de desenvolvimento da exposição, foi realizada uma entrevista à mãe e à tia de uma aluna. A transcrição da entrevista foi submetida a análise de conteúdo.

Em 2015/2016, a professora voltou a implementar o mesmo módulo numa turma do 5.º ano de escolaridade. O envolvimento dos pais no processo de desenvolvimento da exposição foi novamente solicitado pela professora, mas de um modo diferente. Os pais participaram num *workshop* promovido e dinamizado pelos seus filhos com o objetivo de adquirirem mais conhecimentos sobre Ciência Polar e Investigação e Inovação Responsáveis e, por outro lado, orientarem os seus filhos, ajudando-os durante a etapa de planificação e construção dos objetos finais da exposição. Foi aplicado um questionário aos pais, na forma de pré e pós-teste, com a finalidade de recolher as suas perceções acerca (a) do seu envolvimento na escola, (b) das suas atitudes relativamente à investigação e inovação na sociedade atual, e (c) da importância e da capacidade de envolvimento dos seus filhos em iniciativas de ativismo. Através de uma análise estatística comparativa, pretendeu-se avaliar o impacto do envolvimento dos pais nestas três dimensões.

RESULTADOS

A partir da análise de conteúdo das respostas da tia e da mãe de uma das alunas que participou no IRRESISTIBLE, assim como da observação levada a cabo pela Professora ao longo de todo o processo de implementação do módulo, o qual culminou com o desenvolvimento e concretização da exposição sobre Ciência Polar, é possível identificar potencialidades no envolvimento das famílias no processo de aprendizagem dos alunos, mais concretamente no processo de desenvolvimento e concretização dos objetos para a exposição final, preconizada segundo os moldes do IRRESISTIBLE.

Com efeito, identificam-se potencialidades:

(a) para os alunos, que vêm a sua motivação para a participação nas atividades e para a aprendizagem aumentadas;

(b) para as famílias, que, fruto do contacto com novos temas científicos, constroem conhecimento sobre problemáticas sócio-científicas e sócio-ambientais, e, ao mesmo tempo, desenvolvem o sentimento de participação efetiva no processo de ensino-aprendizagem dos seus filhos;

(c) para o professor que, reconhecendo a importância de participar em Projetos que fomentem a implementação de estratégias didáticas inovadoras e cujas temáticas fogem, muitas vezes, às previstas nos programas curriculares (como é o caso do IRRESISTIBLE), se vê confrontado com tarefas de execução mais morosa, que retiram tempo ao “tempo curricular oficial”. Com efeito, a estratégia levada a cabo pela professora, de envolvimento das famílias no desenvolvimento e construção, pelos alunos, dos objetos para a exposição final – tarefa que contou sempre com a sua supervisão – permitiu deslocar esse tempo extra para fora da sala de aula.

CONCLUSÕES

Este estudo promoveu a participação ativa das famílias contribuindo para a disseminação da informação a um maior número de membros da sociedade. Simultaneamente, permitiu o reconhecimento da valorização da aprendizagem em conjunto, em família, estreitando-se a ligação Pais-Filhos-Escola.

A sala de aula deixa, assim, de ser um espaço fechado e transpõe o espaço físico da escola, envolvendo diferentes intervenientes no processo de ensino-aprendizagem dos alunos – professor, pais e alunos. Conclui-se que quando os pais são convidados e incentivados a colaborar ativamente com os seus filhos, ambos se envolvem mutuamente para a concretização de um objetivo comum, tornando-se ambos elementos promotores de ativismo.

É importante que os professores continuem a desenvolver estratégias para comunicar efetivamente com os pais e os envolvam na aprendizagem dos seus educandos.

BIBLIOGRAFIA

Davies, D. (1989). *As escolas e as famílias em Portugal, realidade e perspectivas*. Lisboa, Livros Horizonte

Diogo, J. (1998). *Parceria escola-família - a caminho de uma educação participada*. Porto, Porto Editora.

Epstein, J. (1991). Effects on student achievement of teachers' practices of parental involvement. *Advances in Reading/Language Research*, 5, 261-276.

Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*. Buckingham: Open University Press.

Kolstø, S. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291-310.

Marques, R. (1997). *A escola e os pais – como colaborar?* Lisboa: Texto Editora

Marques, R.. (1993). Ligar a escola ao meio: criar redes de apoio aos alunos. In D. Davies (Ed.), *Os Professores e as Famílias – a colaboração possível* (pp. 55-60). Lisboa, Livros Horizonte.

Millar, R. (1997). Science education for democracy: What can the school curriculum achieve? In R. Levinson & J. Thomas (Eds.), *Science today: Problem or crisis?* (pp. 87-101). London: Routledge.

- Musitu, G. (2003). A bidirecionalidade das relações família/escola. In: C. Alves-Pinto, & M. Teixeira (Eds.), *Pais e Escola: parceria para o sucesso*. (pp- 141-174). Porto, ISET.
- Reis, P. (2013). Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sociocientíficas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 3(1), 1-10.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.
- Sleeper, M. & Sterling, R. (2004). The in-class science exhibition. *Science Scope*, 27(6), 49-52.

Utilización de vídeos de clase en la formación docente de los profesores de ciencias

Martínez, M. B.,* Cordero, S.,** Aragüés, A.,* Gil, M. J.*

**Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Grupo Beagle. Didáctica de las ciencias naturales. Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA) Universidad de Zaragoza.*

***Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación y Grupo de Didáctica de las Ciencias. Universidad Nacional de La Plata (Argentina).*

bpena@unizar.es

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos con los estudiantes del grado de Magisterio de Educación Primaria que analizaron dos vídeos correspondientes a las actuaciones de dos estudiantes durante las prácticas escolares. Uno de los análisis tuvo lugar al comienzo de la asignatura y el otro al final. Se estudia la evolución de los estudiantes a partir de las respuestas a un cuestionario tras el visionado de los vídeos. Se pretende conseguir un cambio en los criterios utilizados para criticar una clase de ciencias. Inicialmente solo tienen en cuenta aspectos generales de la clase como: que se trata de una clase activa, que se manipulan materiales, que se hacen experimentos y por tanto resulta motivadora. Sin embargo apenas mencionan aspectos centrados en la indagación y en la naturaleza del conocimiento científico.

Palabras clave

Formación de profesorado, vídeos, enseñanza de las ciencias, indagación

INTRODUCCIÓN

La enseñanza por indagación constituye una metodología clave, por su eficacia, en la enseñanza de las ciencias. Como señala Harlen (2015) representa una visión constructivista y social del aprendizaje e implica que los estudiantes trabajen de manera similar a la de los científicos, desarrollando así un conocimiento de la naturaleza de la actividad científica. Pero implementar esta metodología presenta dificultades para los maestros debidas a diferentes causas, unas hacen referencia a la falta de confianza en sus conocimientos de ciencia y otras a problemas en el desarrollo de procedimientos científicos (Cortés *et al.*, 2012).

El análisis de las dificultades halladas por los futuros docentes de primaria en su etapa de prácticas en clases de ciencias naturales es una temática del campo de investigación sobre formación docente que nos viene ocupando y que es interés de numerosos investigadores (Aragüés *et al.*, 2014; Porlan *et al.*, 2011). La complejidad del aula implica múltiples desafíos para los futuros maestros y frente a ellos precisan desplegar los diversos conocimientos y habilidades construidos durante su proceso de formación. Es allí donde deben comenzar a ensayar articulaciones entre teoría y práctica, imaginar elaboraciones propias y adaptarse a la multidimensionalidad, imprevisibilidad, inmediatez y simultaneidad dominantes en ese contexto histórico y público que es el aula de primaria. Tales ensayos y experiencias constituyen situaciones significativas, que pueden tener un

gran peso en la configuración del estilo que cada docente asumirá como propio en su ejercicio profesional.

La oportunidad de reflexionar sobre prácticas docentes reales realizadas por compañeros, se ha visto que constituye una buena herramienta metacognitiva para que los futuros maestros desarrollen pensamiento crítico sobre enseñanza de las ciencias (Abell *et al.*, 1998; Davis, 2006; Duncan *et al.*, 2010)

Esta comunicación forma parte de un trabajo más amplio en el que, por una parte se analizan los vídeos de las actuaciones de dos estudiantes durante las prácticas escolares en un centro docente, y por otra parte se utilizan dichos vídeos como instrumento para trabajar en el aula con el alumnado de Magisterio la formación inicial en didáctica de las ciencias. En estos Encuentros se presentan los primeros resultados obtenidos con los estudiantes y concretamente, queremos conocer qué criterios utilizan los futuros maestros para criticar una clase de ciencias y si después de la instrucción cambian los criterios y son capaces de adaptar secuencias didácticas a una metodología de indagación.

MARCO TEÓRICO

El que los maestros sean capaces de analizar el valor educativo de propuestas didácticas, actividades y materiales, es un aspecto importante de su formación ya que les capacita para poder revisar y adaptar dichos materiales e incluso diseñar otros, de manera que promuevan en su alumnado el aprendizaje de las ciencias. Este hecho es especialmente clave en maestros en formación ya que, debido a que son principiantes, son más dependientes de materiales de instrucción ya desarrollados (Davis, 2006).

Los resultados obtenidos en investigaciones previas señalan que se trata de una actividad positiva y recomendada en la formación de maestros (Abell *et al.*, 1998; Davis, 2006; Duncan *et al.*, 2010). Así, encuentran que al principio del trabajo los estudiantes utilizan criterios de evaluación no relacionados con aspectos concretos de ciencia, como por ejemplo, que los objetivos estén claros o que haya actividades prácticas. Al final de la experiencia los estudiantes valoran los materiales fijándose más en aspectos relacionados con la indagación y la naturaleza del conocimiento científico, como las guías de observación, el planteamiento de preguntas o la identificación de pruebas. Concluyen que los estudiantes utilizan criterios personales sobre lo que es la indagación que no coinciden con las ideas científicas, por lo que recomiendan utilizar instrucciones más pautadas para orientar a los futuros maestros en la valoración de las propuestas (Davis, 2006; Duncan *et al.*, 2010).

Una herramienta útil para estudiar situaciones reales de aula y para trabajar con maestros en formación dichas situaciones son las grabaciones de vídeo. Las investigaciones sobre ese tema ponen de manifiesto que se puede seguir la evolución del análisis los futuros maestros, que pasaría de una simple evaluación de los conocimientos de los alumnos a un análisis y comprensión de los razonamientos puestos en práctica por los alumnos entre ellos y con el profesor (Richoux *et al.*, 2012). Esta reflexión facilita a los maestros en formación la mejora en el diseño de propuestas didácticas.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Participantes y contexto

Se ha trabajado con 65 estudiantes del grado en Magisterio de Educación Primaria, en el marco de las actividades de la asignatura Didáctica del medio biológico y geológico de

3^{er} curso. El curso anterior ya habían cursado la asignatura Didáctica del medio físico y químico.

Se grabaron dos vídeos correspondientes a la actuación de dos estudiantes del mismo grado, durante el periodo de Prácticas Escolares III (4^o curso), que desarrollaron en un colegio concertado de la ciudad con alumnos de 2^o curso de Educación Primaria. El vídeo I corresponde a una estudiante que trabajó una sesión sobre la evaporación, ciclo del agua y densidad y el vídeo II corresponde a otra estudiante que abordó una lección sobre el movimiento de rotación terrestre, el día y la noche. El vídeo I se pasó a los estudiantes de 3^o, en febrero de 2016, al comienzo de la asignatura en el segundo semestre del curso. A lo largo del curso, los estudiantes trabajaron la indagación elaborando una propuesta didáctica para implementarla en el aula de primaria. El vídeo II se visionó en mayo, al finalizar el curso.

Metodología de análisis

Los dos vídeos habían sido previamente transcritos y analizados por las autoras. El análisis macro del vídeo I (Tabla 1) da una idea de su contenido. El análisis previo permitió seleccionar los fragmentos considerados más interesantes, suprimiendo gran parte de los períodos dedicados a la organización del aula (Tabla 1).

Para recoger la información, relativa a cada uno de los vídeos, se proporcionó a los estudiantes un cuestionario basado en Duncan *et al.* (2010) que se presenta en el anexo 1. Para el análisis de los resultados se han adaptado los criterios anteriormente mencionados agrupándolos en dos grandes categorías (Duncan *et al.*, 2010):

- Aspectos relacionados con la estructura general de la lección, como: que los objetivos estén bien expresados, que se utilicen los conocimientos previos de los alumnos, que la organización del tiempo y de los materiales sea la adecuada, que se mantenga la disciplina en la clase o que se manipulen materiales.
- Aspectos relacionados con la indagación y la naturaleza del conocimiento científico, como: la observación, el planteamiento de preguntas, el uso de pruebas, el diseño de experimentos, la toma de datos.

Tiempo	Modalidad	Contenido	Etapas	Alumnos/as	Estudiante en prácticas
0/01:36	Conjunto de la clase	Ciencia	Evaluación	Responden a las preguntas de la estudiante en prácticas	Pregunta qué es la ciencia y repite confirmando las respuestas
01:36/06:26	Conjunto de la clase	Evaporación de agua con sal (experiencia previa)	Observación del resultado (sal) con lupa, tacto y gusto	Responden a las preguntas Pasan en fila para observar y decir lo que es (nieve, merengue, iglú y finalmente sal)	Muestra los platos, sustancia blanca, pregunta y cuestiona las respuestas
06:26/07:01	Conjunto de la clase		Organización de la clase		Organiza la asamblea al fondo del aula, sentados en el suelo
07:01/08:30	Conjunto de la clase	Ciclo del agua	Exposición	Recuerdan que la sal del mar procede de las rocas y es llevada por los ríos al mar	Dirige lo recordado Muestra el ciclo del agua con un esquema de ordenador
08:30/11:38	Trabajo en equipo		Organización del aula		Organiza el aula en grupos de 4 mesas
11:38/24:56	Trabajo en equipo	Experiencia	Distribución de material y realización de la experiencia.	Piensan las diferencias, comentan entre grupos, escriben, dibujan, avisan que han terminado o que un alumno volcó el agua sobre la mesa.	Distribuye a cada equipo dos vasos de plástico, agua de dos bidones (una con sal y otra sin sal) y un huevo en cada vaso. Limpia el agua, corrige ortografía,...
24:56/26:43	Conjunto de la clase		Organización del aula	Se desplazan al fondo del aula	Reorganiza "asamblea" al fondo del aula
26:43/28:50	Conjunto de la clase	Debate	Descripción de la observación de la experiencia Predicción sobre nueva experiencia	Dicen las diferencias: altura a la que queda el huevo, "agua fuerte" y "floja", tamaño de huevos. Solo un alumno señala que en un vaso el agua era salada y en el otro no.	Pregunta las diferencias. Confirma la respuesta del último alumno. Nueva experiencia: un vaso con un huevo y agua, pregunta qué pasará al agregar sal. Confirma cuando un alumno dice que subirá.
28:50/29:56	Trabajo en equipo		Reorganización del aula	Se desordenan y hablan fuerte	Reorganiza a los alumnos y mesas para Te
29:56/36:25	Trabajo en equipo		Nueva observación de experiencia	Se pelean por quién pone sal y remueve el agua, comen la sal que se cae	Reparte agua y sal en los vasos y confirma que sube el huevo. Limpia el agua derramada por un alumno
36:25/38:10	Conjunto de la clase		Organización del aula		Reorganiza la asamblea al fondo del aula
38:10/38:45	Conjunto de la clase		Descripción de observación	Responden que el huevo se ha ido hacia arriba	Pregunta a una alumna por lo observado y confirma
38:45/39:38	Conjunto de la clase	Densidad	Explicación	Escuchan y repiten explicación	Explica que el huevo flota porque el agua es salada y por eso más densa, "más fuerte" que el agua dulce
39:38/40:06	Conjunto de la clase		Predicción: ¿Flotará mejor en el mar o en el río?	Responden preguntas	A través de preguntas, orienta a decir que las cosas flotan más en el agua de mar
40:06/40:30	Conjunto de la clase		Evaluación de la clase	Responden que les gustó la clase	Pregunta si les gustó la clase y evalúa su comportamiento

Tabla 1. Análisis macro del vídeo I, evaporación, ciclo del agua y densidad.

RESULTADOS

En este trabajo se presentan solo los resultados del análisis realizados por los estudiantes después de ver el vídeo I. Los resultados de la evolución de los estudiantes se expondrán en los Encuentros. Los estudiantes valoran positivamente que se trate de una clase activa en la que los alumnos tienen oportunidad de manipular materiales y hacer experimentos, lo que consideran que constituye una fuente de motivación importante y que se trata de una actividad de indagación. También opinan que los materiales utilizados son asequibles.

Los cambios que sugieren son que se debería trabajar en grupos más pequeños, emplear más tiempo, que la atención sea más personalizada y que hubiera otro maestro de apoyo. Es decir, que en líneas generales la clase les parece bien y solo tienen en cuenta aspectos generales de la clase. Sin embargo no señalan cómo tendría que orientar la maestra el trabajo que los alumnos tienen que realizar en equipo. Tampoco critican el diálogo que se establece entre la maestra y los alumnos que consiste en preguntas cerradas con respuesta única.

Se podría afirmar, de acuerdo con Abell *et al.* (1998) que los estudiantes valoran positivamente que se realicen experiencias manipulativas porque son divertidas para los niños, ya que se alejan de la clase convencional basada en la transmisión recepción. Así, para ellos, los alumnos están motivados, pero desde un punto de vista meramente lúdico, y no tienen en cuenta qué contenidos y destrezas relacionados con las ciencias se están poniendo en juego.

Hay que tener en cuenta que la dinámica del aula es siempre compleja y especialmente para los maestros noveles, ya que no solo deben realizar el diseño de la secuencia didáctica sino que luego deben implementarla. En esa implementación se toman muchas decisiones, de manera rápida, tanto sobre la gestión del aula como sobre los aspectos concretos de los contenidos que se trabajan. Por otra parte, no hay que olvidar que cada aula tiene unas rutinas asumidas por el alumnado que dependen del maestro y de las características del centro. En ocasiones, dichas rutinas pueden entrar en conflicto con los diseños elaborados por los maestros en prácticas, y esa posibilidad de conflicto debe ser conocido por los maestros en formación.

BIBLIOGRAFÍA

Abell, S. K., Anderson, M. A. y Bryan, L. A. (1998). Investigating preservice elementary science teacher reflective thinking using integrated media case-based instruction in elementary science teacher preparation. *Science Education*, 82(4), 491-509.

Cortés Gracia, A., de la Gándara Gómez, M., Hernández, J. M., Martínez Peña, M. B., Ibarra Murillo, J., Arlegui de Pablos, J., Gil Quílez, M. J. (2012). Expectativas, necesidades y oportunidades de los maestros en formación ante la enseñanza de las ciencias en la Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(3), 156-176.

Aragües, A., Gil Quílez, M.J. y De La Gándara, M. (2014). Análisis del papel de los maestros en el desarrollo de actividades de indagación en el practicum de primaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. 28, 135-151.

Davis, E. A. (2006). Preservice elementary teachers' critique of instructional materials for science. *Science Education*, 90, 348-375.

Duncan, R. G., Pilitsis, V. y Piegaro, M. (2010). Development of preservice teachers' ability to critique and adapt inquiry-based instructional materials. *Journal of Science Teacher Education*, 21(1), 81-102.

Harlen, W. (ed.) (2015). Working with Big Ideas of Science Education. Último acceso el 10 de febrero de 2016, desde www.interacademies.net/activities/projects/12250.aspx

Porlan, R., del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcarate, P. y Pizzato, M. (2011). El cambio del profesorado de ciencias II: Itinerarios de progresión y obstáculos en estudiantes de magisterio. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), 353.

Richoux, H., Tiberghien, A. y Saint Georges, M. (2012). Cómo aprenden los profesores a partir de vídeos de alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(1), 035-048.

ANEXO 1

Observa con atención el vídeo. Después de verlo realiza individualmente un análisis del mismo respondiendo a las siguientes cuestiones:

1. Temas de ciencias abordados.
2. ¿Cuáles son las tres cosas que opinas están bien acerca de la lección? ¿Por qué crees que están bien?
3. ¿Cuáles son los tres aspectos que consideras que son problemáticos? (elegir los más problemáticos si hay más de tres). ¿Por qué constituyen un problema?
4. ¿Es esta una lección en la que los alumnos investigan? Explica tu respuesta.
5. ¿Sugerirías algún cambio en relación con la actividad de investigación de los alumnos? Explica en qué mejorarían la clase estos cambios.

La importancia de la elaboración de materiales para las clases de ciencias por indagación

Martínez, M. M.,¹ Bárcena, A. I.²

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid. ² IES Isaac Peral. Torrejón de Ardoz. Madrid

Correo: mtzaznar@ucm.es

RESUMEN

Las investigaciones en el campo de la didáctica proporcionan amplia información sobre sus resultados (aprendizajes de contenidos, procedimientos, etc.) pero generalmente son muy escasas sus referencias a los materiales de aula utilizados, lo que dificulta la reproducción de dichas experiencias a nivel escolar.

En el presente estudio se trata de cubrir esta laguna mostrando un ejemplo de los materiales que han sido utilizados en una investigación sobre cambio conceptual a través de una metodología indagativa. La investigación se llevó a cabo con alumnos de primero de bachillerato en relación a las reacciones químicas en un contexto medioambiental, centrado en la biomasa como energía renovable. Los resultados del estudio empírico permiten contrastar la validez de dichos materiales para la finalidad para la que fueron diseñados.

Palabras clave

Unidad didáctica, materiales de aula, indagación, resolución de problemas, química

MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, las metodologías de corte indagativo son consideradas de gran relevancia para el aprendizaje de la ciencia (Abd-El-Khalick, Boujaoude, Duschl, Lederman, Mamlok-Naaman, Hofstein, Niaz, Treagust y Tuan 2004; Rocard, Csermely, Jorde, Lenzen, Walberg-Heriksson y Hemmo, 2007). Todas ellas tienen en común estar centradas en el alumno, que es el responsable de su aprendizaje, y donde aprender es construir conocimiento, de forma autodirigida, autoreflexiva y autorevisada (Chin y Chia, 2004). Durante ese proceso el profesor actúa como guía y facilitador de entornos adecuados para que se produzca dicho aprendizaje (Crawford, 2014).

Aunque son muchas las evidencias de que una enseñanza mediante la indagación es eficaz a la hora de enseñar ciencias (Letina y Dikovic, 2012; Minner, Levy y Century 2010), son diversos los obstáculos que un profesor encuentra a la hora de implementarlos (Edelson, Gordin y Pea, 1999). En este sentido el profesor se enfrenta a varios desafíos en relación a los alumnos: motivarles (estas actividades requieren mayor esfuerzo que las tradicionales), facilitarles el acceso a técnicas de investigación (los alumnos deben poder planificar, recoger datos, interpretar, analizar, etc.); activar sus conocimientos académicos (como base sobre la que desarrollar y ampliar contenidos) y hacerles conscientes de sus concepciones alternativas (para lograr el cambio conceptual). En cuanto a las estrategias didácticas debe: gestionar las actividades, diseñar materiales específicos y sortear las limitaciones prácticas de cada contexto de aprendizaje (recursos, horarios, ajuste a la programación, etc.). Entre estas, la falta de materiales adaptados a metodologías indagativas (no disponibles, generalmente, en los libros de texto al uso)

quizás sea el mayor escollo para su implementación en las aulas. De ahí el interés que supone dar a conocer unidades didácticas que se adapten a las programaciones de los centros escolares.

La investigación en la que se implementaron los materiales que aquí se presentan asumió como metodología indagativa la MRPI (Metodología de Resolución de Problemas como Investigación) cuyas características y eficacia están ampliamente recogidas en la bibliografía (Bárcena 2015; Rosa, 2015; Ibáñez y Martínez-Aznar, 2005; Varela y Martínez-Aznar, 1997).

FINALIDAD

A partir de los supuestos anteriores, en el presente trabajo se muestra una ejemplificación de cómo diseñar y elaborar una unidad didáctica para ser utilizada en la resolución de situaciones problemáticas abiertas sobre reacciones químicas en primero de bachillerato.

CLAVES PARA LA ELABORACIÓN DE MATERIALES DE AULA

La eficacia de una buena enseñanza por indagación recae en gran medida en la calidad de los materiales de aula. Estos se basan en el desarrollo de una serie de retos indagativos cercanos a la vida cotidiana, no presentes explícitamente en los contenidos de los libros de texto, por lo que requieren de otros materiales complementarios que el alumno precisa para resolverlos. La intención es construir unidades didácticas que sean el soporte físico del trabajo personal y en el aula del alumnado.

En su elaboración, se debe contemplar una serie de requisitos como son la claridad, el fácil manejo o la adecuación curricular. Además, han de ser lo suficientemente motivadores para promover actitudes receptivas y positivas hacia el proceso de aprendizaje y, que posteriormente posibiliten nuevas inquietudes por seguir aprendiendo. Por ello, es imprescindible la contextualización de las situaciones problemáticas, por ejemplo en la línea CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente).

En este caso, en concreto, se diseñó la unidad didáctica “*Reacciones químicas y biomasa*” para alumnos de primero de bachillerato en un contexto medioambiental, centrado en la biomasa como energía renovable y en la resolución de situaciones problemáticas abiertas mediante la MRPI.

Entre los requisitos mencionados es de gran relevancia el análisis del currículo para seleccionar los contenidos adecuados. En este caso, se eligen aquellos que los alumnos deben considerar para resolver los problemas abiertos (figura 1).

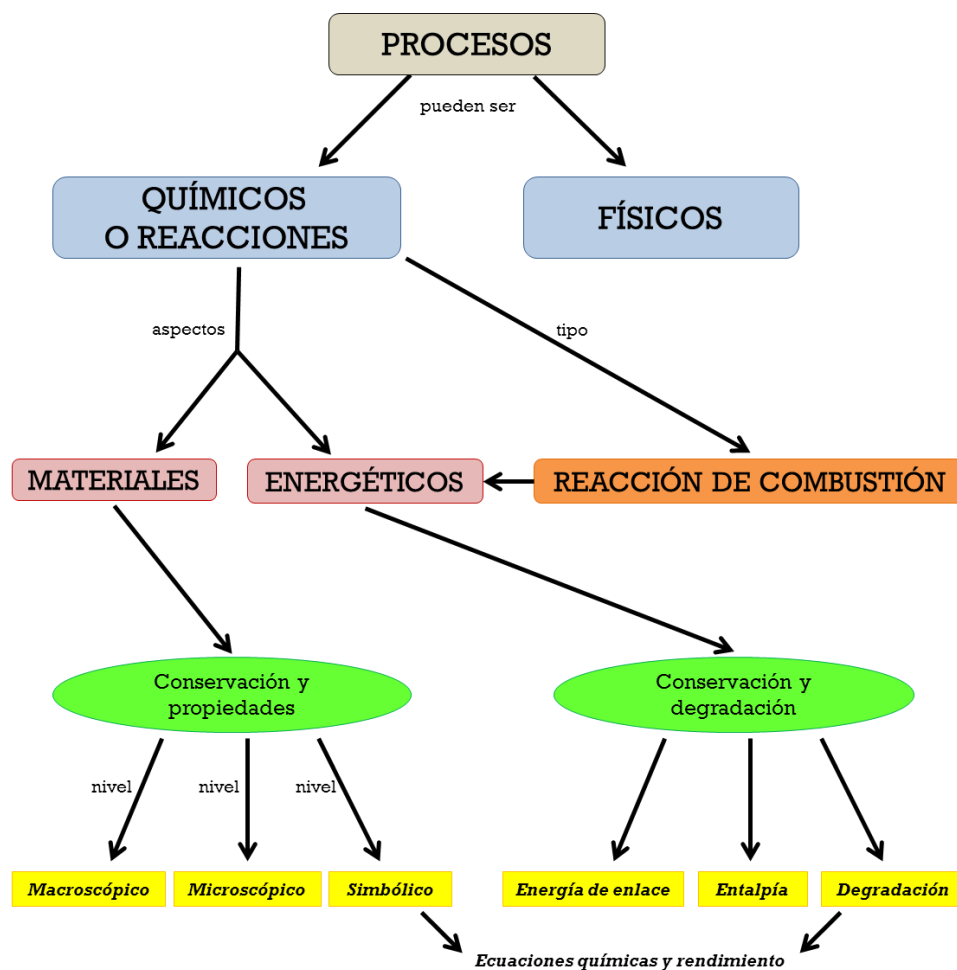


Figura 1. Contenidos de química de bachillerato seleccionados para la elaboración de la unidad didáctica.

Por otro lado, ante la necesidad de contextualizar los materiales, se estudiaron las posibilidades del tratamiento de éstos conceptos conjuntamente con los de un tema de actualidad “la dependencia energética del petróleo” y la necesidad del uso de las energías renovables, en concreto de la biomasa. Desde el punto de vista de la biomasa, la secuencia de contenidos se apoyó en los intereses y motivaciones de los alumnos, identificados en entrevistas realizadas en un estudio previo a alumnos del mismo nivel. En ellas se señalaban de manera recurrente tres grandes cuestiones que les gustaría conocer: *¿Qué es y cómo se genera?*, *¿Cómo podemos utilizar la biomasa para obtener su energía?* y *¿Qué ventajas o inconvenientes tiene su uso respecto a otras energías?*

La primera pregunta se refiere a *su origen* que permite introducir qué es la biomasa, sus tipos y su formación mediante la reacción de fotosíntesis. La segunda es relativa a *su utilización* y posibilita la introducción de las transformaciones tanto materiales como energéticas que llevan a obtener energía a partir de ella. La última de las cuestiones se refiere a *ventajas e inconvenientes de su uso* frente a otras fuentes energéticas, lo que implica un estudio CTSA sobre el impacto medioambiental de esta fuente energética frente a otras, y las consecuencias socioeconómicas de su elección.

El desafío consiste en entrelazar en la unidad didáctica, de forma coherente, dichos conocimientos químicos (figura 1) con los medioambientales relativos a la energía de la biomasa que será el eje conceptual central, sin olvidar las concepciones alternativas del

alumnado, una premisa fundamental desde la perspectiva constructivista del aprendizaje que asumen las metodologías indagativas. El resultado final se presenta a través del índice de la unidad didáctica:

1. ¿QUÉ ES LA ENERGÍA?
2. TRANSFORMACIONES ENERGÉTICAS: HISTORIA DE LA ENERGÍA Y LA HUMANIDAD
3. ENERGÍAS RENOVABLES
 - 3.1 BIOMASA
 - 3.2 ENERGÍA DE LA BIOMASA
 - 3.3 ORIGEN DE LA BIOMASA:
 - 3.3.1 Fotosíntesis
 - 3.3.2 Representación de las reacciones químicas que tienen lugar en la fotosíntesis
 - 3.3.3 Productos de la fotosíntesis.
 - 3.3.4 Eficacia del proceso fotosintético: conservación y degradación de la energía
4. USO DE LA BIOMASA COMO COMBUSTIBLE
5. TRATAMIENTOS DE LA BIOMASA: PROCESOS FÍSICOS Y QUÍMICOS
 - 5.1. PROCESOS FÍSICOS
 - 5.1.1 Preparación
 - 5.1.2 Extracción
 - 5.2. PROCESOS TERMOQUÍMICOS
 - 5.2.1 Combustión
 - 5.2.2 Gasificación
 - 5.2.3 Pirolisis
 - 5.3. .PROCESOS BIOQUÍMICOS
 - 5.3.2 Fermentación alcohólica
 - 5.3.3 Digestión anaerobia
6. TRANSFORMACIÓN DE LA BIOMASA EN ENERGÍA ELÉCTRICA
7. CENTRALES TÉRMICAS DE COGENERACIÓN: AHORRO ENERGÉTICO
8. EL COSTE AMBIENTAL DEL USO DE LA ENERGÍA EN NUESTRA SOCIEDAD
9. LA BIOMASA Y LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
10. EL INICIO DE LA UTILIZACIÓN DE LA BIOMASA COMO FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE EN ESPAÑA

El carácter indagativo de la unidad didáctica se hace presente por la inclusión de una selección de problemas abiertos que la configuran y que tienen en cuenta tres aspectos:

- Que siga una secuencia adecuada que favorezca la construcción progresiva de conceptos sobre reacciones químicas y biomasa en la que los conceptos que surgen se sustenten en los previos permitiendo su ampliación y consolidación.
- Que tenga en cuenta las concepciones alternativas del alumnado, posibilitando el cambio conceptual mediante la MRPI (respecto a características de los procesos físicos y químicos, conservación de la masa, representación y visualización de las sustancias y reacciones químicas, aspectos estequiométricos y energéticos de las reacciones, combustión y aspectos generales de la energía).
- Que considere relaciones CTSA, para contextualizar las situaciones problemáticas planteadas en un entorno cercano al alumno, que resulten motivadoras.

Las situaciones problemáticas diseñadas son:

P1.- El proceso de formación del agua ¿qué cantidad de energía requiere?

P2.- Si una determinada planta la riegas y la introduces en un recipiente transparente y hermético que contiene una determinada cantidad de dióxido de carbono, ¿cuánta glucosa es capaz de elaborar la planta si la situamos al sol?

P3.- ¿Qué aporte de energía solar necesitan las plantas verdes para formar alimentos?

P4.- ¿Se conserva la masa al quemar papel? *

P5.- ¿Cuánto aceite combustible obtengo del maíz? *

P6.- ¿Cuánto aire necesitas para quemar etanol?

P7.- Con los restos de serrín de una industria maderera se obtiene, mediante un proceso de gasificación, que contiene una cantidad determinada de monóxido de carbono y de hidrógeno, ¿cuánto metanol puedo obtener de ese gas?

P8.- ¿Qué residuo me interesa más usar como combustible? *

P9.- Al descomponerse la materia orgánica de las basuras se obtiene un biogás que contiene metano. Este es utilizado para obtener energía mediante combustión, ¿cuánta energía se puede recuperar de la basura que generas cada día?

P10.- La mayoría de los coches de Brasil funcionan con etanol sin tener que modificar el motor del vehículo, ¿cuál es la contribución al efecto invernadero debido a la combustión de un depósito completo de uno de estos coches?

Los problemas son de dos tipos, de lápiz y papel (señalados con *) y experimentales. Aunque por su carácter abierto todos los retos se pueden resolver de forma teórica y práctica, aquí, de forma específica se han diseñado el 4, 5 y 8 para ser abordados desde una estrategia experimental. El último de ellos se utiliza para la evaluación formativa.

Los conocimientos que se pueden trabajar en cada situación planteada son variados, no obstante, cada una se diseña y propone en un momento determinado para profundizar, expresamente, en alguno de ellos. A continuación se relacionan los contenidos tratados con los problemas que lo desarrollan de forma principal:

- Proceso físico y químico →P4 y P5
- Conservación de la masa→P4
- Representaciones macro/microscópicas→P1, P4, P6, P7, P9 y P10

- Relaciones estequiométricas. Reactivo limitante→P2, P3, P6, P7, P9 y P10
- Combustión→P4, P6, P8, P9 y P10
- Energía de enlace. Balance energético→P1, P3 y P9
- Energía, conservación y degradación→P1, P3, P9 y P10

Además, los problemas constituyen una secuencia pues los conocimientos y su nivel de complejidad va surgiendo de forma progresiva.

Como colofón, en la figura 2 se muestra la relación entre las situaciones problemáticas planteadas y los contenidos curriculares y sobre biomasa seleccionados para la unidad didáctica aquí presentada.

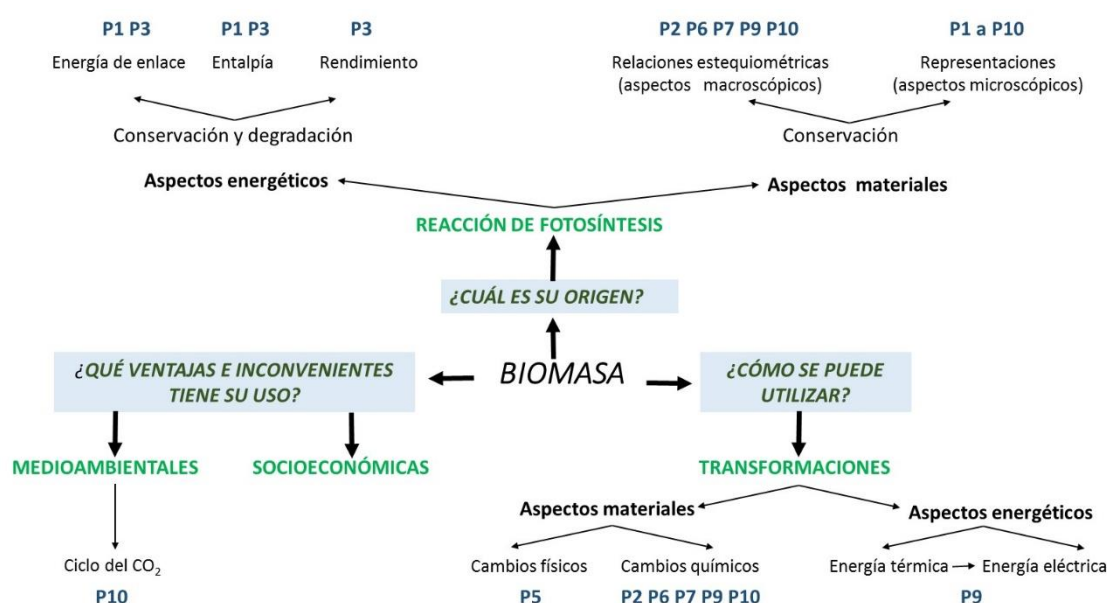


Figura 2. Relación entre los contenidos de reacciones químicas y los de biomasa con los problemas que se plantean en la unidad didáctica.

REFLEXIONES FINALES

Como se comenzó diciendo, esta unidad didáctica ha formado parte de una investigación más amplia sobre la resolución de los problemas mediante la MRPI (Bárcena, 2015). En dicha investigación se contrastaron hipótesis que pusieron de manifiesto que el alumnado lograba aprendizajes estadísticamente significativos en relación a conocimientos sobre reacciones químicas y medioambiente, capacidades propias de la resolución de problemas y actitudes hacia la ciencia y la propia metodología.

Es decir, aquí se caracteriza el diseño de una unidad didáctica validada empíricamente y, por ello, apta para la enseñanza-aprendizaje de las reacciones químicas en bachillerato. Además, consideramos que, en parte, con el presente trabajo se viene a cubrir las lagunas recogidas por diversos autores respecto a la insuficiente caracterización de los materiales que se usan en las investigaciones didácticas (Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016; Rivero, Martínez-Aznar, Pontes y Oliva, 2014).

BIBLIOGRAFÍA

Abd-el-khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D. y Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: international perspectives. *Science Education*, 88,(3), 397–419.

Bárcena, A. I. (2015). *Estudio de la influencia de una metodología investigativa de resolución de problemas en el aprendizaje de la química en alumnos de bachillerato*. Tesis doctoral. Universidad Complutense, Madrid.

Chin, C. y Chia, L.G. (2004). Problem-based learning: Using student's questions to drive knowledge construction. *Science Education*, 88(5), 707-727.

Crawford, B. A. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classroom. In N. Lederman y S. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education. Vol II*. (p. 515). New York: Routledge. Taylor & Francis.

Edelson, D. C., Gordin D. N. y Pea R., D. (1999). Addressing the challenges of Inquiry-Based Learning through technology and curriculum design. *The Journal of the Learning Sciences*, 8 (3y4), 391-450.

Ibáñez Orcajo, M. T y Martínez-Aznar, M. M. (2005). Solving problems in genetics (II): Conceptual change. *International Journal of Science Education*, 27(12), 1495-1519.

Jiménez-Tenorio, N. y Oliva, J.M. (2016). Aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales en formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: descripción de una experiencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 121-136.

Letina, A. y Dikovic, M. (2012). Problem-Based Teaching vs. Programmed Teaching: Challenges for the Future of Education. International Conference "the future of Education" 2ª Edición. Último acceso el 8 de febrero de 2016, desde http://conference.pixel-online.net/edu_future2012/common/download/Paper_pdf/193-SE114-FP-Letina-FOE2012.pdf.

Minner, D. D., Levy, A. J. y Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction. What is it and does it matter?. Results from a research synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496

Rivero, A., Martínez-Aznar, M., Pontes, A. y Oliva, J. M. (2014). ¿Qué estamos enseñando desde la didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado de secundaria? En Mª Ángeles de las Heras, Antonio A. Lorca Marín, Bartolomé Vázquez Bernal, Ana Mª Wamba Aguado y Roque Jiménez Pérez (Coords.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante*. (1075-1088). 26 encuentros de didáctica de las ciencias experimentales. Huelva.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walwerg-Heriksson, H. & Hemmo, V. (2007). Informe Rocard. *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: Comisión Europea.

Rosa, D. (2015). *Desarrollo de una propuesta didáctica sobre contenidos de ecología en 2º de ESO a partir de situaciones problemáticas abiertas*. Tesis doctoral. Universidad Complutense, Madrid.

Varela, M. P. y Martínez Aznar, M. M. (1997). Investigar y aprender resolviendo problemas abiertos de Física. *Revista Española de Física*, 11, 32-37.

Propuesta didáctica de ecología mediante la resolución de situaciones problemáticas

Martínez, M. M.,¹ Rosa, D.²

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid. ² IES Rosa Chacel. Colmenar Viejo. Madrid.

Correo: mtzaznar@ucm.es

RESUMEN

En la Didáctica de las Ciencias Experimentales son reconocidos los beneficios que tienen los métodos inductivos/indagativos, como la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI), para la construcción del conocimiento y el desarrollo de la competencia científica del alumnado.

A nivel escolar el profesorado agradece experiencias educativas que sean de fácil aplicación en las clases pues le enriquece como docente, motivan a los estudiantes y dan dinamismo a sus materias. En este sentido, las investigaciones a menudo son difícilmente reproducibles pues suelen hacer hincapié en la metodología de investigación y en el análisis de los resultados sin profundizar en las características de los recursos empleados en el aula.

En este estudio se presenta una unidad didáctica de ecología para la educación secundaria, centrada en situaciones problemáticas para ser resueltas mediante la MRPI, que es de fácil aplicación y que ha sido contrastada empíricamente.

Palabras clave

Unidad didáctica; Ecología; Situaciones problemáticas; Indagación; Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI).

MARCO TEÓRICO

La unidad didáctica de ecología que se presenta, “Materia y Energía en los Ecosistemas”, es el recurso de aula utilizado en una investigación más amplia sobre la resolución de problemas abiertos mediante la MRPI (Metodología de Resolución de Problemas como Investigación) (Rosa, 2015) y cuyas características generales se pueden encontrar en la bibliografía (Bárcena, 2015; Ibáñez y Martínez-Aznar, 2005; Varela y Martínez-Aznar, 1997) así como muestras amplias de su eficacia.

La MRPI se considera una metodología de tipo indagativo y, por ello, se incluye dentro de las recomendadas, a nivel internacional, como de especial relevancia para el desarrollo de las competencias científicas (Abd-El-Khalick, Boujaoude, Duschl, Lederman, Mamlok-Naaman, Hofstein, Niaz, Treagust y Tuan 2004; Rocard, Csermely, Jorde, Lenzen, Walwerg-Heriksson y Hemmo, 2007).

Es una metodología para resolver problemas verdaderos o auténticos (Koschmann, Myers, Feltovich y Barrows, 1994) con la intención de que los estudiantes alcancen el cambio conceptual. Estos problemas verdaderos, también llamados situaciones problemáticas, están contextualizados, no presentan datos, están mal estructurados (Chin y Chia, 2006), es decir, son complejos (Jonassen y Hung, 2008), multidisciplinares, que

permiten diferentes caminos para su resolución y que pueden tener distintas soluciones posibles o carecer de ellas, y que favorece la retroalimentación, las conjeturas, la argumentación y la búsqueda de información. Son, en suma, problemas deseables para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Un aspecto fundamental de esta metodología, es la relevancia que adquieren los estudiantes y el profesor y los cambios que implican en sus roles tradicionales. Así, el estudiante es el eje central de todo el proceso (Savery, 2006; Jonassen, 2011) desde una visión constructivista del aprendizaje y que partiendo de las concepciones alternativas posibilita el cambio conceptual, la construcción de aprendizajes más correctos a la luz de la ciencia. Esto se consigue a través de la investigación para la resolución de problemas verdaderos que se lleva a cabo en grupos cooperativos de estudiantes para permitirles compartir y negociar ideas, generar múltiples perspectivas, repartir el trabajo y desarrollar habilidades sociales (Hmelo-Silver y Barrows, 2006). Este proceso de resolución de los problemas verdaderos es flexible (Kolodner, 1993 en Hmelo-Silver, Duncan y Chinn, 2006), debido a la naturaleza de los mismos, y los estudiantes adquieren un papel activo (Michael, 2006) implicándose y participando en todas las fases del proceso de resolución de una forma autodirigida (Chin y Chia, 2004; Jonassen, 2011; English y Kitsantas, 2013) y autorregulada por medio de una autorreflexión continua. Además, el trabajo con la MRPI resulta motivador pues los estudiantes se enfrentan a un reto interesante y real que les permite aprender (Duit y Treagust, 2003).

En cuanto al rol del profesor, la enseñanza basada en la MRPI se centra en el diseño y planificación de los problemas verdaderos que estructuran toda la unidad didáctica para favorecer la construcción de los conocimientos (Hmelo-Silver, 2004; Savery, 2006; Jonassen y Hung, 2008; Jonassen, 2011) y no la simple aplicación de los mismos. Con los problemas abiertos se abarcan los contenidos conceptuales y procedimentales del currículo integrando así la teoría y la práctica (Jonassen, 2011). Además, el profesor asume el rol de facilitador y guía del aprendizaje a través de la resolución de los problemas (Hmelo-Silver, 2004; Savery, 2006; Chin y Chia, 2006; Ge, Planas y Er, 2010; Jonassen, 2011), generando entornos adecuados para que se favorezca el aprendizaje (Crawford, 2014) y trascendiendo el rol más habitual de simple transmisor de conocimientos.

No obstante, la dificultad de encontrar recursos adecuados basados en situaciones problemáticas suele complicar la implementación en las aulas de este tipo de metodologías indagativas, de ahí la importancia e interés de aportar unidades didácticas que abarquen el currículo oficial y de fácil adaptación a las programaciones didácticas de las asignaturas en cualquier centro escolar.

FINALIDAD

Caracterizar la unidad didáctica de ecología “Materia y Energía en los Ecosistemas”, dirigida a los cursos del nivel educativo de secundaria, centrada en la resolución de situaciones para su resolución mediante la MRPI.

IMPORTANCIA DEL DISEÑO DE LAS SITUACIONES PROBLEMÁTICAS PARA ESTRUCTURAR LA UNIDAD DIDÁCTICA DE ECOLOGÍA

La importancia de una unidad didáctica de ecología se debe a varios factores relacionados con diferentes aspectos. En conjunto, posee una serie de características que conviene resaltar, porque en base a ellas se estructura el diseño de la propuesta didáctica.

Respecto a la motivación que pueden generar los contenidos que en ella se tratan:

- Es de gran carga emotiva para los estudiantes, al estudiar la naturaleza y otros seres vivos.
- Su temática es de candente actualidad, al tratar algunos problemas ambientales.

Por la importancia de sus contenidos para la comprensión del mundo en el que viven:

- Aborda conocimientos relevantes en la formación de los alumnos que les permita construir un mejor conocimiento del mundo en el que viven, una visión más real de las complejas relaciones que en él se producen, así como el papel que los alumnos juegan en él.
- Potencia la construcción de valores, actitudes y comportamientos ambientalmente correctos y útiles a corto, medio y largo plazo para favorecer una salud ambiental y social que repercuta directamente en la salud de los individuos.

En relación a la dificultad y complejidad de algunos de sus conceptos para la comprensión de esta materia de estudio:

- Requiere la integración de la mayoría de conocimientos tratados en el área de Ciencias de la Naturaleza de los cursos de ESO. Esto dificulta en gran medida su comprensión, pero se presenta como una unidad didáctica resumen que sirve de repaso de todos esos conocimientos e incluso como "vertebradora o estructurante" que puede servir de hilo conductor a todo el currículo de Ciencias de la Naturaleza de la ESO.
- Introduce conocimientos (sistema, interacción, organización, diversidad, etc.) útiles a otras disciplinas, dado su carácter estructurante (García, 1988).
- Requiere para su comprensión de una importante capacidad de abstracción para establecer relaciones complejas entre elementos, por lo que el tratamiento de esta unidad didáctica potenciará su desarrollo al tener que entrenar este tipo de relaciones.

Se puede reconocer que es una temática muy importante desde el punto de vista educativo por las capacidades que potencia y los conocimientos que trata, pero también porque complementará la labor que transversalmente realiza la educación ambiental en los currículos escolares, la cual no se puede conseguir sin el tratamiento de los conocimientos mínimos de ecología propuestos por el ministerio de educación.

Desde el marco teórico de referencia se considera que el adecuado tratamiento de esta unidad didáctica de ecología con la MRPI, basada en el cambio conceptual mediante la resolución de situaciones problemáticas, favorecerá en gran medida la evolución de las concepciones de los alumnos desde una visión o perspectiva simple del mundo hacia otra perspectiva más compleja, global y madura que les permita comprender la realidad en que viven y desarrollar valores, actitudes y comportamientos más adecuados y responsables con el ambiente. La ecología puede permitir que los alumnos comprendan sus contenidos y se posicionen personalmente para actuar ante las problemáticas socioambientales.

En esta ocasión se ha diseñado la unidad didáctica de ecología "Materia y Energía en los Ecosistemas" para alumnos de la etapa educativa de secundaria, centrada en la resolución de situaciones problemáticas mediante la MRPI, para trabajar los contenidos establecidos en los currículos oficiales. A continuación se presenta la Tabla 1 que resume la selección y secuenciación de las situaciones problemáticas, que constituyen la unidad didáctica, junto con los conceptos que se trabajan con cada una de ellas.

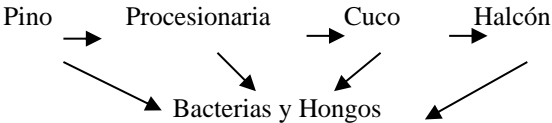
SITUACIONES PROBLEMÁTICAS	CONCEPTOS
<p><u>Situación problemática 1</u></p> <p>¿Qué habría que tener en cuenta para diseñar un pequeño espacio en el que poder observar individuos vivos de diferentes especies?</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Especie. -Factores Abióticos y Bióticos. -Biotopos acuáticos y terrestres. -Factores Limitantes. -Biocenosis o Comunidad. -Interacción e Interrelación entre factores. -Asociaciones Intraespecíficas e Interespecíficas. -Ecosistemas. -Dimensiones variables de los ecosistemas.
<p><u>Situación problemática 2</u></p>  <p>Observa la secuencia de alimentación: ¿qué sucedería al resto de especies si una enfermedad afecta a los cucos haciéndolos desaparecer?</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Especie, Población, Adaptación, Organismos autótrofos y heterótrofos, suelo y Tiempo adaptativo. -Relaciones alimentarias entre especies. -Cadenas y Redes tróficas. -Enfermedades y contaminantes a través de las cadenas y redes tróficas. -Niveles tróficos del ecosistema: Productores, Consumidores y Descomponedores.
<p><u>Situación problemática 3</u></p> <p>¿Cuántas vacas puede mantener un prado? (Luffiego y Rabadán, 2000, p.482)</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Ecosistema prado. -Cadenas y Redes tróficas del prado. -Niveles tróficos del prado. -Materia y energía en ecosistemas. -Sol: fuente de energía. -Flujo de Energía. -Ciclos de Materia o Biogeoquímicos. -Descomponedores y cierre de ciclos. -Pirámides tróficas. -Biomasa y Producción.
<p><u>Situación problemática 4</u></p> <p>Imagina que eres el responsable de un espacio natural y descubres que van muriendo muchos individuos de la misma población de Águila Imperial Ibérica. ¿Cómo actuarías?</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Especie y Población. -Águila Imperial Ibérica. -Hábitat. -Nicho Ecológico. -Ecosistema Bosque Mediterráneo. -Especie autóctona y Endemismo. -Especie en peligro de extinción. -Introducción de especies. -Espacio natural.
<p><u>Situación problemática 5</u></p> <p>¿Podría vivir el Águila Imperial Ibérica en otro ecosistema?</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Conservación de la naturaleza. -Intervención humana en el medio natural y los problemas ambientales. -Dependencia y uso responsable del medio natural. -Biomasa. -Biosfera, Ecosfera y Ecología. -Medio ambiente.

Tabla 1. Secuencia de las situaciones problemáticas de la unidad didáctica "Materia y Energía en los Ecosistemas" y conceptos que se abordan en cada una de ellas.

El objetivo es comenzar el estudio del concepto ecosistema desde los pequeños ambientes conocidos y controlados que se pueden diseñar en nuestros hogares para ir ampliando la visión hacia ecosistemas cercanos, pero cada vez un poco más amplios y alejados,

llegando finalmente al estudio de otros ecosistemas y biomas en los que se podría considerar que viviese el Águila Imperial Ibérica.

Los conocimientos de esta unidad didáctica que se consideran esenciales que construya el alumnado en secundaria serían los siguientes:

- Las nociones básicas sobre Ecosistemas.
- La noción de interacción entre sociedades humanas y naturaleza. Tanto la "dependencia que las sociedades humanas tienen de la naturaleza", por la condición de los seres humanos como seres vivos pertenecientes al reino animal y a un sistema (biosfera) que tiene sus propias leyes, como la "influencia de las actividades humanas sobre la naturaleza", en especial su contribución en la creación y agravamiento de problemas ambientales y su capacidad para evitarlos o minimizarlos mediante actividades más sostenibles.
- La diferenciación entre los conceptos "individuo", "especie", "población", "comunidad" y "nivel trófico".
- Las nociones de "importancia de los productores" como responsables de fijar la materia y la energía en el inicio de toda secuencia trófica, "importancia de los descomponedores" para cerrar los ciclos de materia e "importancia del suelo", en los ecosistemas terrestres, como soporte principal de productores y descomponedores, como compartimento estanco de nutrientes y agua, etc.
- Una introducción de la noción de "tiempo" a escala biológica y geológica.
- El desarrollo de comportamientos responsables con la conservación y mejora del medio, aceptados de forma crítica a raíz de los conocimientos construidos.
- Una valoración más realista de la naturaleza y sus propiedades, así como de la ciencia, los científicos, su trabajo y las relaciones ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza.
- Una actitud más crítica respecto a la relación que el ser humano tiene con la naturaleza.

El diseño y secuenciación de este conjunto de situaciones problemáticas, que reflejan las características de la unidad didáctica para que los alumnos las resuelvan mediante la MRPI, pretende facilitar y potenciar que los estudiantes:

- Trabajen sus concepciones alternativas para favorecer el cambio conceptual.
- Construyan los aprendizajes adecuados sobre los contenidos de ecología.
- Desarrollen competencias científicas, es decir, un conjunto de habilidades básicas también presentes en el trabajo científico como la emisión de hipótesis, manejo de la información (búsqueda, selección, interpretación, análisis, organización, comunicación, etc.), resolución de problemas, trabajo en equipo, metacognición, creatividad, capacidad de automotivación, etc., todas ellas muy útiles en la sociedad actual.
- Desarrollen, además, actitudes positivas hacia la ciencia y la propia MRPI.

Todas las situaciones problemáticas se deben resolver mediante la MRPI, las cuales se adecuan a su resolución de forma práctica real y también como problemas de lápiz y papel. No obstante, debido a su imposibilidad de resolverlas de forma experimental en un contexto escolar su resolución se realizará en formato de lápiz y papel con la ayuda del

material complementario seleccionado y elaborado por el profesor, el cual será entregado a los alumnos según lo demanden para avanzar en su resolución.

Cada situación problemática es una ocasión de aprendizaje que supone un reto para las habilidades de razonamiento de los alumnos y proporciona puntos de vista alternativos y oportunidades para la reflexión. Aunque en cada una de las situaciones problemáticas se puedan trabajar múltiples conocimientos, están diseñadas para centrarse en los conceptos señalados según el momento en que se proponen durante la secuenciación.

El tiempo estimado para la resolución de cada situación problemática sería de dos sesiones, aunque siempre dependerá de los ritmos de los alumnos y otros condicionantes del contexto escolar.

La resolución de estas situaciones problemáticas se realiza de una forma cíclica, ya que asume la forma de trabajar de los científicos por medio de la resolución de problemas verdaderos, las cuales deben ser analizadas y reformuladas para, fijando las restricciones, formular las hipótesis adecuadas para el diseño y realización de la investigación. Posteriormente se extraerán y analizarán los resultados para contrastar las hipótesis antes planteadas. En cualquier momento de todo el proceso de resolución se permite un cambio de estrategia y vuelta a fases anteriores que favorezcan la comprensión y control de la propia resolución.

Trabajar como los científicos implica que los estudiantes desarrollarán las diferentes dimensiones competenciales de la competencia científica. En ello radica la importancia de esta propuesta de la unidad didáctica de ecología “Materia y Energía en los Ecosistemas” mediante la resolución con la MRPI de las situaciones problemáticas propuestas.

CONCLUSIONES

La configuración de esta unidad didáctica, cuyo diseño y características ha sido validada empíricamente, la constituye en un recurso adecuado para su implementación en las aulas favoreciendo la enseñanza-aprendizaje de la ecología en secundaria. De esta manera se evitan algunas críticas y se atiende a las peticiones de diferentes autores (Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016; Rivero, Martínez-Aznar, Pontes y Oliva, 2014) en relación a la adecuada atención hacia otros docentes aportando las características de las herramientas implementadas en las aulas y utilizadas en las investigaciones en didáctica.

Esta unidad didáctica está incluida en una investigación más completa sobre la resolución de situaciones problemáticas mediante la MRPI (Rosa, 2015) en la que se plantearon y dio respuesta a diferentes interrogantes, contrastando varias hipótesis, con las que se demostró que los estudiantes lograban aprendizajes estadísticamente significativos persistentes en el tiempo en relación a los conocimientos trabajados sobre ecología. Además, construyeron aprendizajes en las diferentes dimensiones competenciales de la MRPI y una valoración positiva hacia la propia metodología.

Las situaciones problemáticas aquí propuestas, además, han sido trabajadas con alumnos de distintos cursos de secundaria comprobando su utilidad didáctica a nivel escolar para el aprendizaje de la ecología, así como para favorecer el desarrollo de las diferentes dimensiones competenciales científicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abd-el-khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D., y Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: international perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419.
- Bárcena, A. I. (2015). *Estudio de la influencia de una metodología investigativa de resolución de problemas en el aprendizaje de la química en alumnos de bachillerato*. Tesis doctoral, Universidad Complutense, Madrid.
- Chin, C., y Chia, L. G. (2004). Problem-based learning: Using student's questions to drive knowledge construction. *Science Education*, 88(5), 707-727.
- Chin, C., y Chia, L. G. (2006). Problem-Based Learning: Using III-Structured Problems in Biology Project Work. *Science Education*, 90, 44-67.
- Crawford, B. A. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classroom. In N. Lederman, y S. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education. Vol II.* (p. 515). New York: Routledge. Taylor & Francis.
- Duit, R., y Treagust, D. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning, *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
- English, M. C., y Kitsantas, A. (2013). Supporting Student Self-Regulated Learning in Problem- and Project-Based Learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 7(2), 128-150.
- García, J. E. (1988). *Fundamentos para la construcción de un modelo sistémico del aula*. En Porlán, R.; García, J. E., & Cañal, P. (1988). *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla: Díada.
- Ge, X., Planas, L. G., y Er, N. (2010). A Cognitive Support System to Scaffold Students' Problem-based Learning in a Web-based Learning Environment. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 4(1), 30-56.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Hmelo-Silver, C. E., y Barrows, H. S. (2006). Goals and strategies of a problem-based learning facilitator. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 21-39.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., y Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107.
- Ibáñez Orcajo, M. T., y Martínez Aznar, M. M. (2005). Solving problems in genetics (II): Conceptual change. *International Journal of Science Education*, 27(12), 1495-1519.
- Jiménez-Tenorio, N., y Oliva, J. M. (2016). Aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales en formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: descripción de una experiencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 121-136.
- Jonassen, D. H. (2011). Supporting Problem Solving in PBL. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 5(2), 95-119.

Jonassen, D. H., y Hung, W. (2008). All Problems are Not Equal: Implications for Problem-Based Learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 2(2), 6-28.

Koschmann, T., Myers, A. C., Feltovich, P. J., y Barrows, H. S. (1994). Using technology to assist in realizing effective learning and instruction: A principled approach to the use of computers in collaborative learning. *The Journal of the Learning Sciences*, 3, 227-264.

Luffiego, M., y Rabadán, J. M. (2000). La evolución del concepto de Sostenibilidad y su introducción en la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 18(3), 473-486.

Michael, J. (2006). Where's the evidence that active learning works? *Advances in Physiology Education*, 30, 159-167.

Rivero, A., Martínez Aznar, M. M., Pontes, A., y Oliva, J. M. (2014). ¿Qué estamos enseñando desde la didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado de secundaria? En M^a Ángeles de las Heras, Antonio A. Lorca Marín, Bartolomé Vázquez Bernal, Ana M^a Wamba Aguado, y Roque Jiménez Pérez (Coords.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante*. (1075-1088). 26 encuentros de didáctica de las ciencias experimentales. Huelva.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walwerg-Heriksson, H., y Hemmo, V. (2007). Informe Rocard. *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: Comisión Europea.

Rosa, D. (2015). *Desarrollo de una propuesta didáctica sobre contenidos de ecología en 2º de ESO a partir de situaciones problemáticas abiertas*. Tesis doctoral, Universidad Complutense, Madrid.

Savery, J. R. (2006). *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning. Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions*, 1(1), 5-15.

Varela, M. P. y Martínez Aznar, M. M. (1997). Investigar y aprender resolviendo problemas abiertos de Física. *Revista Española de Física*, 11, 32-37.

La alfabetización científica de alumnos de Formación Profesional Básica mediante el empleo de actividades fuera del contexto escolar en el área de las ciencias naturales

Moneo, A., Jiménez, R.

Departamento de Didáctica de la Ciencia y Filosofía. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Huelva. España.

alvaro.moneo.marin@hotmail.com

RESUMEN

El siguiente artículo analiza cómo influye en la alfabetización científica y en el estado emocional de 16 alumnos de Formación Profesional Básica, la utilización, como recurso educativo, de actividades fuera del contexto escolar para la asignatura de Ciencias de la Naturaleza. Estas actividades, están diseñadas de forma que se incida tanto en el aspecto cognitivo, como en el emocional, de cara a facilitar la adquisición de conceptos. Dichos conceptos, han sido agrupados en 4 Metacategorías: Lengua, Matemáticas, Ciencia y Actitud. A su vez, se diseñaron, específicamente para cada Actividad, las denominadas Plantillas Categorizadas de Observación.

En cuanto a la evolución emocional de los alumnos, se analizaron las cinco competencias emocionales establecidas por el modelo Pentagonal de Bisquerra (2009), mediante cinco preguntas a completar por los alumnos al final de cada Actividad.

Se constata la evolución en la alfabetización científica y la madurez emocional de estos alumnos con el transcurso de las actividades.

Palabras clave: Formación Profesional Básica, alfabetización científica, emociones, actividades fuera del contexto escolar, fracaso escolar.

INTRODUCCIÓN

El fracaso escolar, especialmente a partir de la década de los 70, supone una auténtica lacra en España en comparación con los demás países del marco europeo (según la Eurostat 21.9% frente al 11.1% de media de la UE). Su origen, como afirman Canalda *et al.* (2010, p. 7), “tiene carácter multicasual, pues serán determinantes tanto las cualidades individuales de los alumnos, como las características propias del sistema educativo, las condiciones que se dan en el propio centro escolar y el medio socio-familiar en el que se desenvuelve”.

Desde el pasado curso lectivo 2014-15, el Ministerio de Educación implantó una nueva modalidad educativa, la FP Básica (FPB), con el objetivo inicial de permitir a los alumnos que no habían concluido la Educación Secundaria Obligatoria (ESO), obtener en solo dos años, una capacitación profesional de cara a su entrada en el mundo laboral, al tiempo que obtenían su diploma de ESO tras superar un examen externo de reválida.

Según datos de la Encuesta de Población Activa (EPA), a finales del tercer trimestre del 2015, la tasa de abandono escolar prematuro en España, se había reducido del 26,3% en 2012 al 19,97% (datos que difieren ligeramente de los facilitados por Eurostat). El Ministerio de Educación de España, achacó este más que cuestionable descenso, al mérito de la implantación de la FPB (ver webgrafía).

Sin embargo, el número de alumnos inscritos en esta modalidad, nos muestra una realidad bien diferente, puesto que, a pesar del aumento de la oferta en términos formativos y, fundamentalmente, de la coyuntura económica por la que atraviesa España en la última década, que hace que muchos jóvenes se planteen su retorno a las aulas, la FPB no ha cuajado.

Según datos del propio Ministerio, durante el primer año de implantación (2014-15), solo se matricularon unos 40.000 alumnos, de los cuales, al menos el 50% no pasaron el primer curso y, de hecho, en el curso 2015-16, solo hay matriculados sumando los dos cursos de FPB, unos 64000 alumnos en toda España. De hecho, según lo comentado en los ambientes educativos, esta modalidad no ha servido sino para sacar de las calles a jóvenes que ni trabajan ni estudian, concentrándolos en aulas, con la consecuente problemática de agudizar el fracaso escolar.

Esta situación tiene unas consecuencias muy negativas tanto en términos de exclusión social del propio alumno (Twenge *et al.*, 2007), como de costes socioeconómicos para el país (Lehr *et al.*, 2004).

Es necesario por tanto, un cambio profundo en las metodologías educativas que inviertan esta tendencia, que hace que España sea líder destacado en fracaso escolar, que según Canalda *et al.* (2010, p. 74) “debe fundamentarse en crear un contexto de cooperación en el aula, que contribuya a mejorar el rendimiento y a incrementar la motivación por el aprendizaje, es decir, a evitar el denominado absentismo emocional o estar sin estar”.

Y este es uno de los condicionantes esenciales para evitar el fracaso, evitar el absentismo físico, empezando por evitar el absentismo emocional de los alumnos, pues, como afirma Jadue (2002), un buen rendimiento en clase, a través de un adecuado desarrollo emocional, es fundamental para la permanencia de los alumnos en la escuela.

Ya en el área de las ciencias, la conexión entre el conocimiento cotidiano y el escolar, mediante la utilización de las actividades fuera del contexto escolar, ha sido una alternativa de cara a conseguir este objetivo, de hecho, existen en la literatura investigaciones que avalan la utilización de estas actividades debido a su contribución al desarrollo social e intelectual del alumno (Collins y Blot, 2003; Resnick, 2000; Schultz y Hull, 2002).

Parece evidente por tanto que la ciencia debe ser contextualizada, puesto que la interpretación y comprensión de lo que ocurre alrededor del alumno, de los fenómenos y de los contenidos, hace que este se motive a seguir su proceso de aprendizaje (Jiménez-Liso y De Manuel, 2009). Este estímulo, como afirma Blunsden *et al.* (2003), provoca en el alumnado la necesidad de aprender cada vez más, ya que se ve capaz de aplicar sus propios conocimientos, e incluso, permite que la autoestima y el deseo de mejora, se mantenga entre el alumnado.

Centrándonos ya en las ciencias naturales, estas actividades son muy pertinentes, ya que los objetivos conceptuales, actitudinales o procedimentales no pueden alcanzarse en su totalidad en el aula (Vilarrasa, 2003).

En este trabajo, se pretende comprobar si el empleo de estas actividades fuera del contexto escolar, que ponen en contacto directo el conocimiento escolar con el conocimiento cotidiano, tiene un impacto positivo en la alfabetización científica de los alumnos de FPB.

METODOLOGÍA

Planteamiento del problema.

Para los alumnos con alto grado de fracaso escolar, es común la opinión de que la ciencia es difícil, que no la entienden y, lo que es peor, que no sirve para nada. Sin embargo, consideramos que la conexión planteada entre el conocimiento cotidiano y el escolar, a través de actividades fuera del contexto escolar, puede ser una excelente alternativa para eliminar ese posicionamiento tan negativo.

De esta forma, planteamos el problema de investigación según el siguiente enunciado: *¿La conexión entre el conocimiento cotidiano y el escolar a través de actividades fuera del aula, favorece el aprendizaje cognitivo y emocional en alumnos con riesgo de fracaso escolar?*

Contexto y Procedimiento.

La investigación se desarrolló a través de 4 actividades, en un aula de 16 alumnos de entre 16 y 17 años, del curso de 1º FPB de la rama de Peluquería de un centro educativo considerado de compensatoria.

Las actividades planteadas y sus escenarios fueron las siguientes:

- Actividad 1: “Nos vamos de viaje”, en un supermercado de un centro comercial.
- Actividad 2: “La Materia”, en un parque público
- Actividad 3: “El laboratorio”, en un laboratorio de investigación universitario
- Actividad 4: “La peluquería”, en diversas peluquerías de la ciudad.

El procedimiento a seguir era el siguiente: una vez realizadas las sesiones en el aula, cada unidad didáctica terminaba con una actividad fuera del contexto escolar, en la que los alumnos se ponían en contacto directo con los conceptos planteados en clase.

Estas actividades se componían tanto de preguntas de trabajo previo a la salida (búsqueda bibliográfica o en internet), como de tareas a realizar durante la salida.

A su vez, las actividades eran el fundamento de un trabajo final, que consistía en la realización por grupos, de un informe escrito que los alumnos tenían que entregar al profesor y exponer en gran grupo. De hecho, las actividades adquirieron el rol de “examen”, ya que no estaban previstos exámenes escritos al estilo de la evaluación tradicional.

Por último, al final de cada actividad, los alumnos debían responder a 5 preguntas, cada una de ellas, correspondientes a uno de los bloques del modelo pentagonal de Bisquerra (2009). Estas preguntas, iban a informarnos sobre cómo se habían sentido emocionalmente en la realización de la misma y por tanto, si estas actividades tenían algún efecto sobre la madurez emocional de los alumnos y con el objetivo de crear un óptimo ambiente de aula, muy necesario en este tipo de alumnado.

Por ejemplo, de cara a analizar la evolución en la “Competencia Social” del alumno, al terminar la actividad 1 debía responder a: *¿Sentiste la necesidad de echar una mano a algún compañero que andaba perdido? ¿Crees que es algo habitual entre las personas?*

En caso de respuesta afirmativa, el alumno recibía 1 punto y en caso contrario puntuaba como 0. Obviamente, estos datos no eran tenidos en cuenta en la evaluación final del alumno, sino que servían para comprobar si las actividades tenían algún impacto en las emociones del alumnado y, en consecuencia, mejoraban el ambiente del aprendizaje.

Plantilla General de Metacategorías.

Tanto las competencias, como los contenidos trabajados en estas actividades, están dentro de los establecidos por el Ministerio para el Módulo Ciencia Aplicada I del primer curso de FPB.

Estos contenidos, respondiendo a la idea de interdisciplinariedad del conocimiento, fueron distribuidos y agrupados en 4 Metacategorías: Lengua, Matemáticas, Ciencia y Actitud, con las que desarrollamos la denominada “Plantilla General de Metacategorías” parcialmente presentada por razones de espacio (tabla 1).

En cuanto a la estructura de la Plantilla General de Metacategorías, como puede observarse en la tabla 1, cada una de las Metacategorías se divide a su vez en las denominadas Categorías y estas a su vez, se subdividen en Subcategorías. Por ejemplo, la Metacategoría “Ciencia” se divide en las Categorías: “Conceptos científicos”, “Trabajo científico” y “Valores científicos” y, del mismo modo, la Categoría “Valores científicos” se subdivide a su vez en las Subcategorías: “Trabajo”, “Medioambientales” y “Éticos”.

Instrumentos de recogida y análisis de datos: Plantillas Categorizadas de Observación.

Dada la necesidad de recoger los datos con gran celeridad e *in situ*, planteamos la pertinencia de diseñar un único instrumento que tuviera la doble función de recogida y análisis de los datos.

De esta forma, diseñamos las Plantillas Categorizadas de Observación específicas de cada una de las 4 actividades planificadas, definiendo para cada una de ellas, los indicadores específicos a evaluar, junto a sus respectivos indicadores de consecución con la opción Sí/No. Como se observa en la tabla 2.

A modo de ejemplo, si estamos en campo realizando la Actividad 1 y analizamos el indicador C1.4 “*El alumno no es consciente de la importancia de la iluminación en el aspecto de un alimento*”, ese código quiere decir que este indicador corresponde a la Subcategoría C1.4 “Función de relación”, de la Categoría C1 “Conceptos científicos”, de la Metacategoría C “Ciencia”.

Finalmente, de cara a la calificación final de la adquisición de los conceptos vistos en clase y, teniendo en cuenta la visión interdisciplinar del aprendizaje que planteamos en la investigación, consideramos oportuno que el “peso” de las cuatro Metacategorías fuera equivalente, es decir, el valor obtenido en cada una supondría el 25% de la nota final, independientemente de que el número de indicadores que se analizaban fuera mayor o menor en dicha Metacategoría. De esta manera, conseguíamos por un lado, los valores que obtuvo cada alumno para las diferentes Metacategorías y, por tanto, analizar el impacto que tuvo la Actividad en cada alumno en términos cognitivos. Por otro lado, obteníamos los valores medios para cada Metacategoría en el cómputo de la clase, lo que nos permitía observar si, esa Actividad, había tenido un destacado impacto en alguna Metacategoría en específico.

CIENCIA (C)				
1. CONCEPTOS CIENTÍFICOS				
1.1 Célula	Tipos y partes de la célula	Fenómenos físico-químicos. Fotosíntesis	Reproducción celular	
1.2 Sistemas del cuerpo humano	Componentes y funciones.	Enfermedades más comunes	Procesos físico-químicos de los sistemas	
1.3 Reproducción	Proceso de reproducción	Fecundación, gestación y parto	Salud sexual	
1.4 Función de relación	Sistema nervioso vs sistema endocrino	Estímulos y hormonas	Coordinación del movimiento	
1.5 Materia	Propiedades y estado de la materia	Elementos químicos y mezclas	Temperatura y cambio climático	
1.6 Energía	Concepto y formas en que se manifiesta	Principio de conservación	Fuentes de energía renovables y no renovables	
1.7 Nutrición y salud	Composición de los alimentos	Dieta equilibrada. Enfermedades de la nutrición	Métodos de conservación de alimentos	
2. TRABAJO CIENTÍFICO				
2.1 Investigación	Estructuración de un trabajo/proyecto	Publicaciones científicas	Identificación de problemas e hipótesis	Fijar metas y objetivos
2.2 Observación y experimentación	Actitud hacia la curiosidad y el conocimiento	Iniciativa por investigar hechos cotidianos	Relaciones causa-efecto	Perseverancia
2.3 Registro de datos	Toma y representación adecuada de datos	Identificación de magnitudes	Orden y limpieza (disciplina organizativa)	Uso de aplicaciones informáticas
2.4 Actitud en el trabajo	Respeto hacia las ideas de los demás	Trabajo científico cooperativo	Compartición de información y materiales	Autocrítica
3. VALORES CIENTÍFICOS				
3.1 Trabajo	Cooperación en la investigación	Intercambio de información con los demás	Hábitos de trabajo e higiene	Prevención de riesgos laborales
3.2 Medioambientales	Consumismo y sus consecuencias	Contaminación y cambio climático	Ahorro energético	Reciclaje de materiales
3.3 Éticos	Fin vs. medios	Capitalismo científico	La ciencia al servicio del bienestar	Uso de animales en experimentación

ACTITUD (D)

1. TRABAJO		
Educación y trabajo en equipo. Respeto en las interlocuciones y opiniones (interrupciones, petición de palabra, etc)	Aceptación de lo diferente. Positivismo y actitud constructiva. Razonamiento de opiniones y juicios. Madurez	Hace y deja hacer. Diálogo respetuoso mediado y consensuado (autocontrol)
2. JUSTICIA		
Diferencia lo justo de lo injusto. Defiende la igualdad y condena la discriminación en cualquiera de sus manifestaciones	Analiza e identifica situaciones de denuncia e incumplimiento de las normas cívicas y derechos humanos.	Se sensibiliza con las condiciones socioeconómicas del entorno y/o con el medio ambiente
3. CREATIVIDAD		
Conoce las tradiciones culturales de su entorno y muestra respeto por el patrimonio y riqueza histórica	Reconoce los aspectos creativos de un trabajo: originalidad, realidad vs ficción, flexibilidad, riqueza técnica, etc.	Iniciativa. Busca lo nuevo y lo diferente. Disfruta con la sorpresa y la estética. Justifica la controversia y la modernidad. Reconoce las oportunidades y los recursos.
4. IMAGEN		
Valora la imagen corporal como factor de respeto e importancia en el mundo laboral	Cuida de su salud, identifica riesgos laborales, conoce el concepto de dieta equilibrada,...	

Tabla 1. Fragmento de la Plantilla General de Metacategorías correspondiente a las Metacategorías Ciencia (C) y Actitud (D).

Ciencia (C)	C.1	C.1.1	Nutrición celular	El alumno no traslada el concepto de nutrición al nivel celular
				El alumno es consciente del metabolismo celular a la hora de alimentarse
		C.1.2	Funcionamiento del aparato digestivo	El alumno no tiene en cuenta el mecanismo de la digestión y asimilación de nutrientes a la hora de fijar los alimentos de cada una de las comidas del día.
				El alumno conoce el tipo de alimentos deben ser ingeridos en el desayuno, comida y cena para un correcto funcionamiento de su aparato digestivo.
		C.1.4	Importancia de los sentidos en la alimentación: aspecto del alimento	El alumno no relaciona la enorme importancia de los sentidos en la decisión de compra
				El alumno comprende el concepto de “comprar con los ojos” o “comprar por el aroma”
		C.1.4	Importancia de los sentidos en la alimentación: iluminación	El alumno no es consciente de la importancia de la iluminación en el aspecto de un alimento
				El alumno es consciente del uso de luces rojas, azules, blancas según el tipo de alimento del expositor.
		C.1.6	Energía: impacto medioambiental	El alumno no es consciente del impacto ambiental que supone la cantidad de materiales necesarios para la conservación y empaquetamiento
				El alumno es consciente e intenta minimizar el impacto medioambiental escogiendo envases mayores o producto a granel.
		C.1.7	Nutrición y salud: composición nutricional de los alimentos	El alumno no sabe la composición nutricional de los alimentos escogidos y actúa generalizando por familias de productos.
				El alumno analiza exhaustivamente la información nutricional de la etiqueta de cara a diseñar el menú
		C.1.7	Dietas universalmente conocidas	El alumno no se ha informado de las características de las dietas universalmente conocidas propuestas por el profesor.
				El alumno se informa en la literatura y opina sobre la idoneidad de las mismas.
C.1.7	Dieta mediterránea: ejemplo de dieta saludable	El alumno no considera la dieta mediterránea a la hora de escoger los alimentos		
		El alumno escoge alimentos tradicionales y saludables de la dieta mediterránea para realizar el menú.		

Tabla 2. Fragmento correspondiente a la Metacategoría Ciencia de la Plantilla Categorizada de Observación directa diseñada para la Actividad 1.

RESULTADOS

Evolución cognitiva

En primer lugar con los datos obtenidos en las Plantillas Categorizadas, analizamos en la figura 1, la evolución cognitiva media de cada alumno en el transcurso de la investigación y, en la figura 2, la evolución de la media cognitiva del aula.

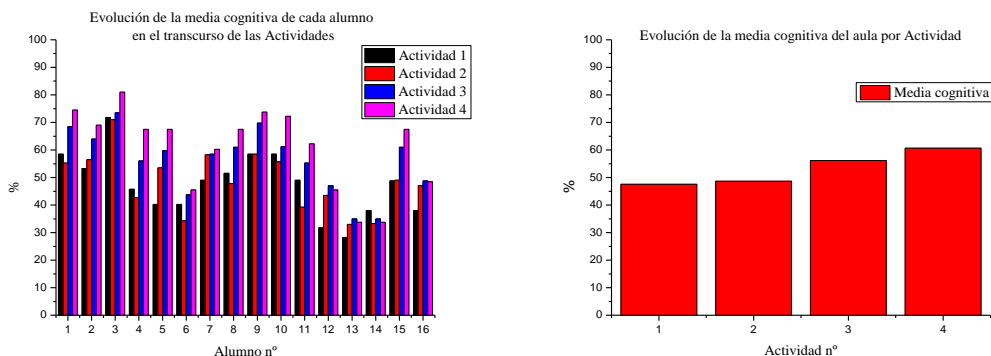


Figura 1. Evolución cognitiva media de alumnos. Figura 2. Evolución cognitiva media de aula

Como podemos observar en el gráfico de la evolución cognitiva de cada alumno (figura 1), se ve una tendencia positiva en las medias a medida que íbamos realizando las actividades, puesto que las columnas de la actividad 4 (de color lila), son en general más altas que las columnas de la actividad 1 (de color negro).

Podemos comprobar este hecho viendo los resultados del cómputo de la clase (figura 2), donde se observa que pasamos de una media inicial para la clase del 48%, para acabar tras la realización de las actividades, con una media del 61%.

Por tanto, los datos confirman que, estas actividades, mejoran significativamente y de forma generalizada, la alfabetización científica de estos alumnos con riesgo de fracaso escolar.

Evolución en el aula de las medias cognitivas por Metacategoría.

De cara a analizar la idoneidad de las Metacategorías consideradas en el diseño de nuestras Plantillas Categorizadas, calculamos las medias cognitivas del aula en cada actividad, discriminando por Metacategorías. Los resultados obtenidos se muestran en la figura 3.

En primer lugar, observando el gráfico, podemos decir que todas las Metacategorías terminan por encima de donde empezamos, lo que indica que la media del aula evolucionó positivamente.

En segundo lugar, vemos que en la Actividad 2, se produce un impacto en la progresión ascendente de las medias e incluso, como se aprecia en la columna de la Metacategoría de Lengua, hay un ligero descenso. De hecho, el incremento en esta Metacategoría es muy leve en el total de las actividades.

En relación a los incrementos, vemos que Lengua crece un total de 8%, Matemáticas un 11%, Ciencia un 16% y Actitud un 17%. Vemos que el incremento más importante se produce en la Metacategoría Ciencia, más ajustada a los contenidos del currículo y en la Metacategoría Actitud.

Por otro lado, también se aprecia que el impulso más fuerte en las medias se produce a partir de la Actividad 3, que recordemos está más ligada a su futura profesión de peluquería.

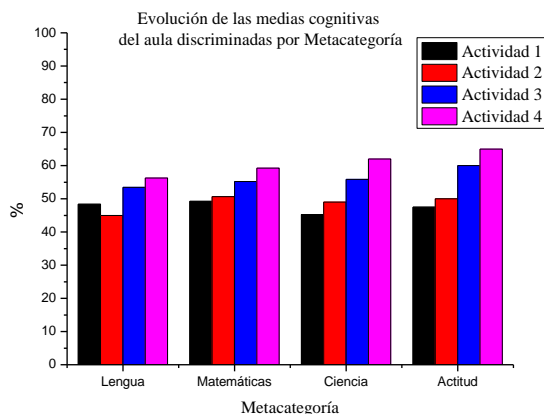


Figura 3. Evolución de las medias por metacategorías

Evolución emocional en el aula.

Las respuestas de los alumnos a las 5 preguntas presentes en cada una de las actividades, nos dieron una idea sobre cómo evolucionaba el ambiente del aula y en el fondo la madurez emocional de los alumnos. Del mismo modo, nos permitieron observar si la evolución era equitativa para las 5 competencias analizadas o unas destacaban sobre otras. Los resultados se observan en las figuras 4 y 5 respectivamente:

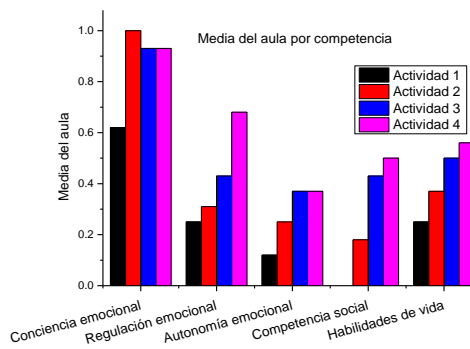
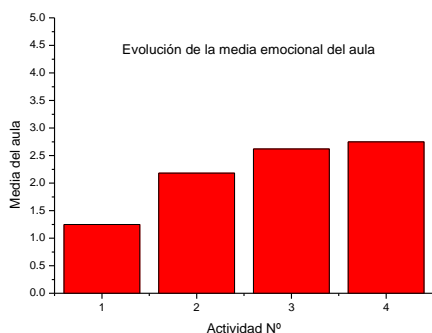


Figura 4. Evolución de la media emocional

Figura 5. Evolución por competencias

Como podemos observar, hay una tendencia positiva en la madurez emocional del aula durante el transcurso de las actividades. Esta misma tendencia, aunque en diferente medida, se observa en las 5 competencias analizadas, con un impacto significativo en lo referente a “Regulación emocional” y “Competencia social”.

CONCLUSIONES

Podemos concluir de nuestros resultados que, el empleo de estas actividades fuera del contexto escolar poniendo en contacto su conocimiento cotidiano con el escolar, ayuda de forma significativa a la alfabetización científica de los alumnos de FPB.

En cuanto a las Metacategorías planteadas, podemos sacar varias conclusiones. Por un lado positivas, ya que el incremento en Metacategoría Ciencia y Actitud, parecen muy significativos. Se ha mejorado notablemente la actitud de los alumnos en general y la actitud por la ciencia en particular. También se aprecia, aunque en menor grado, una evolución positiva en la Metacategoría Matemática y, aún en menor en Lengua. Parece

por tanto que, este planteamiento, no facilita o no ayuda el desarrollo de la competencia lingüística. Sería necesario entonces introducir algunos cambios en las actividades, como por ejemplo, tareas para trabajar el léxico, lectura de artículos de la temática estudiada, debates entre grupos, etc. Sería necesaria una investigación más a fondo para sacar conclusiones.

Por otro lado, otro aspecto interesante que se puede observar es que, los incrementos en las medias cognitivas son mayores en las últimas actividades. Este hecho nos puede indicar que, posiblemente, se conseguirían mejores resultados a largo plazo tras sucesivas actividades.

A su vez, podemos decir que, esta evolución positiva, no solo se produce en términos de alfabetización científica, sino también en lo que a las competencias emocionales se refiere, lo que puede apoyar aún más nuestra conclusión de ver resultados a largo plazo. Es de destacar el repunte en competencias como “Regulación emocional” y “Competencia social”, lo que nos puede indicar que, estas actividades, con un alto grado de trabajo en equipo, influyen positivamente en la capacidad de autocontrol de este alumnado, atenúa su impulsividad y les otorga un mayor grado de asertividad en sus relaciones. En consecuencia, el ambiente de aula y la predisposición al aprendizaje mejoran de manera importante.

Consideramos por tanto que este aspecto, esencial en las aulas de FPB de cara a evitar el absentismo físico y emocional de esta tipología de alumnado, merece una investigación más en profundidad, que será nuestro próximo objetivo de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Bisquerra, R. (2009). Psicopedagogía de las emociones. Madrid: Síntesis.

Blunsden, B., Reed, K., McNeil, N. y McCachem, S. (2003). Experiential learning in school science theory: an investigation of the relationship between student enjoyment and learning. *Higher Education Research and Development*, 22 (1), 43-56.

Canalda, A., Carbonell, J., Díaz-Aguado, M.J., Lejarda, M., López, F., Luengo, J.A., Marina, J.A. (2010). *En busca del éxito educativo: Realidades y soluciones*. Madrid: Fundación Antena 3. Biblioteca FAN 3.

Collins, J. y Blot, R. K. (2003). *Literacy and literacies: Texts, power, and identity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Jadue, G. (2002). Factores Psicológicos que predisponen al bajo rendimiento, al fracaso y a la deserción escolar. *Estudios Pedagógicos*, 28, 193-204.

Jiménez-Liso, M.R. y De Manuel, E. (2009). La química cotidiana, una oportunidad para el desarrollo profesional del profesorado. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8 (3), 878-900.

Resnick, L.B. (2000). Literacy in school and out. In Gallego M.A. and Hollingsworth, S. *What counts as literacy: Challenging the school standard*. New York: Teachers College Press, 27-41

Schultz, K. y Hull, G. (2002). Locating literacy theory in out-of-school context. School's out! Bridging out-of-school literacies with classroom practice. 11-31. New York: Teachers College Press.

Twenge, J. M., Ciarocco, N. J., Bartels, J. M., Baumeister, R. F. y DeWall, N. (2007). Social Exclusion Decreases Prosocial Behaviour. *Journal of Personality and Social Psychology*, 92 (1), 56-66.

Vilarrasa, A. (2003). Salir del aula. Reapropiarse del contexto. *Didáctica de las ciencias sociales, geografía e historia*, 36, 13-25.

WEBGRAFÍA

<http://www.elmundo.es/sociedad/2016/01/28/56aa1721268e3e3a058b45c6.html>

El trabajo por proyectos y por resolución de problemas en Educación Ambiental: análisis y tendencias

Perales-Palacios, F. J., Ayerbe, J.

Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.

fperales@ugr.es

RESUMEN

En este trabajo se aborda una revisión bibliográfica a modo de metanálisis sobre algunas de las iniciativas metodológicas más citadas durante los últimos años como alternativa a la enseñanza tradicional, en concreto: Aprendizaje basado en problemas, Trabajo sobre proyectos, Aprendizaje por indagación y Aprendizaje cooperativo. El procedimiento seguido tuvo dos fases: una primera búsqueda sistemática en “google scholar” y otra no sistemática. Las referencias seleccionadas fueron analizadas según diversas categorías previas. Los resultados se agruparon a partir de interrogantes: (1) ¿Cómo se definen y relacionan las metodologías de enseñanza?; (2) ¿Qué fundamentación teórica poseen?; (3) ¿Qué etapas de desarrollo son más relevantes?; (4) ¿Qué particularidades pueden apreciarse en la revisión bibliográfica complementaria? Las conclusiones pretenden clarificar la terminología, revelar su fundamentación teórica, establecer el papel asignado a los distintos actores, evidenciar los modelos de investigación para su contrastación, así como sus fortalezas y dificultades en el ámbito de la Educación Ambiental.

Palabras clave

Aprendizaje basado en problemas, Trabajo sobre proyectos, Aprendizaje por indagación, Aprendizaje cooperativo, Educación Ambiental.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de las últimas décadas se han ido abriendo paso estrategias alternativas de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias, en general, y de la Educación Ambiental (EA) en particular, como reacción a los métodos tradicionales pero también como concreción de las orientaciones constructivistas para la enseñanza. Ello ha dado lugar a una amalgama de denominaciones y sustentos teóricos, unos más autóctonos y otros importados de los ámbitos generales pedagógicos. A tal efecto nos encontramos con denominaciones como: Aprendizaje basado en problemas (ABP), Trabajo sobre proyectos (TSP), Aprendizaje por indagación (AI), Aprendizaje Cooperativo¹... Ello requiere, a nuestro juicio, un esfuerzo de clarificación sobre sus supuestos, fundamentos y estrategias de enseñanza asociadas. Dada la magnitud de este objetivo debemos acotar nuestra acción y lo vamos a hacer seleccionando el ABP y el TSP, así como centrándolo en el ámbito de la EA. Ello esperamos que contribuya a diseñar intervenciones educativas más eficientes.

¹ Para explicitar las definiciones de estos términos, puede consultarse, p. ej., el Diccionario pedagógico AMEI-WAECE en <http://waece.org/diccionario/index.php>

PROCEDIMIENTO

Para lograr nuestros objetivos hemos empleado la técnica del *metanálisis*, la cual supone un intento sistemático de sintetizar la investigación producida en un determinado campo que debe ser visto como un proceso de estructuración integradora de hallazgos a través del cual se realiza una revisión exhaustiva de logros y avances disciplinares (Glass, 1976).

En concreto seguimos los siguientes pasos:

- Selección sistemática a través de “google scholar” como base de datos para la búsqueda bibliográfica, dado su creciente impacto y disponibilidad de fuentes de información. Para ello se tomaron solo las referencias halladas en la primera pantalla (que viene a reflejar las referencias con más citas).
- Elección de descriptores, de distinta generalidad, en inglés y en español:
 - a) *La metodología de "trabajo por proyectos" en educación*
 - b) *La metodología de trabajo por "proyectos ambientales" en educación*
 - c) *La metodología de trabajo por "resolución de problemas ambientales" en educación ambiental*
 - d) *Project-based methodology* (evitando títulos sobre alguna materia específica, sólo genéricos o de EA)
 - e) *Problem-solving methodology in environmental education*
- Selección de referencias adecuadas para el objetivo del trabajo y disponibles en la biblioteca universitaria donde trabaja el primer autor. Ello condujo al siguiente número de referencias según los descriptores anteriores: a) (6); b) (0); c) (1); d) (5); e) (1). En total, por tanto, 13 referencias bibliográficas.
- Tabulación de la información contenida en función de las siguientes categorías: Fundamentación teórica; Definición de la metodología; Descripción de la metodología, así como su Carácter teórico o empírico. Con ello se pretendía contribuir a la clarificación de los supuestos de las metodologías de enseñanza seleccionadas.
- Análisis no sistemático de una muestra de otras referencias relacionadas con los descriptores anteriores que el primer autor había ido seleccionando durante los años previos mediante una búsqueda aleatoria entre distintas revistas educativas. Dado el carácter preferentemente empírico de las mismas, con ello se pretendía disponer de datos que avalaran (o no) total o parcialmente estrategias de enseñanza compatibles con el ABP o el TSP. Así nos encontramos con 11 referencias que fueron tabuladas de acuerdo a las siguientes categorías: Temática; Modelo teórico; Enfoque metodológico; Muestra; Instrumentos; Conclusiones relevantes; y su Carácter teórico o empírico. Asimismo, y para ampliar las posibles conexiones teóricas, incorporamos tres referencias bibliográficas con la palabra clave de “Indagación” (Inquiry), una de ellas relativa a la EA, y las otras dos de carácter general para la enseñanza-aprendizaje de la ciencia.

En la Tabla I recogemos de forma sintética la muestra bibliográfica utilizada.

Tras la selección de la información relevante de cada una de las citas revisadas, procedimos a una integración de la misma mediante criterios cuantitativos y cualitativos. Los primeros (número de artículos implicados) habrían de servir para determinar el peso de las variables analizadas para una discusión final, y los segundos (referencias identificadas) para visualizar las relaciones entre los marcos teóricos de cada referencia en un intento de clarificar el tópico al que nos enfrentamos.

RESULTADOS

Los agruparemos en torno a los siguientes interrogantes:

¿Cómo se definen y relacionan las metodologías de enseñanza?

Base de datos	Categorías analizadas	Descriptor	Carácter	N
Google Scholar	<ul style="list-style-type: none"> - Fundamentación teórica - Definición de la Metodología - Descripción de la Metodología 	La metodología de "trabajo por proyectos" en educación	Teórico Empírico	4 2
		La metodología de trabajo por "proyectos ambientales" en educación		0
		La metodología de trabajo por "resolución de problemas ambientales" en educación ambiental	Empírico	1
		Project-based methodology	Teórico Empírico	3 2
		Problem-solving methodology in environmental education	Teórico	1
Revistas diversas	<ul style="list-style-type: none"> - Temática - Modelo teórico - Enfoque metodológico - Muestra - Instrumentos - Conclusiones relevantes 	Proyectos / resolución de problemas ambientales	Teórico/Empírico Empírico	1 10
		Indagación	Teórico Empírico	1 2

Tabla I. Muestra bibliográfica utilizada (N=27) y criterios de búsqueda.

A partir de la revisión de la bibliografía seleccionada, hemos elaborado la Tabla II, donde se explicitan los atributos de las metodologías de enseñanza/aprendizaje (e/a) analizadas en cada una de las citas seleccionadas de "google scholar". A pesar de las diferentes terminologías que se utilizan en algunos casos para referirse a aquellas, las hemos unificado mediante sus acrónimos en la segunda columna.

Referencia	Metodologías de e/a	Atributos
Salas (2005)	TSP	<ul style="list-style-type: none"> • Situación <i>problema</i> • Procesos de aprendizaje y de construcción de conocimiento • Mundo exterior, cotidianidad y contexto
Badia y García (2006)	ABP	<ul style="list-style-type: none"> • Activación, promoción y valoración de los procesos cognitivos • Los <i>problemas</i> y tareas se diseñan creativamente
La Cueva (1998)	Aprendizaje basado en proyectos colaborativos (ABPC)	<ul style="list-style-type: none"> • Metodología didáctica que organiza el proceso de enseñanza y aprendizaje mediante la elaboración de <i>proyectos</i> de forma <i>colaborativa</i> en grupos de estudiantes. • El concepto de <i>proyecto</i> puede aplicarse tanto al proceso de aprendizaje que el grupo de estudiantes debe seguir como al resultado que tiene que obtener de dicho aprendizaje.
Tobón (2006)	ABP	<ul style="list-style-type: none"> • No hay un único modelo de proyecto ni una definición muy acotada de lo que debe ser un <i>proyecto</i> estudiantil. • Trabajo educativo más o menos prolongado, con fuerte participación de los niños en su planteamiento, en su diseño y en su seguimiento, y propiciador de la <i>indagación</i> infantil en una labor autopropulsada conducente a resultados propios. • Combina el estudio empírico con la consulta bibliográfica y puede incluir <i>propuestas</i> y/o acciones de cambio en el ámbito social.

Tabla II. Atributos de las metodologías de e/a en la revisión de la literatura (en cursiva se destacan los conceptos clave presentes en las propias denominaciones de aquellas). Cada fila se corresponde con una cita bibliográfica².

A partir de estos resultados reagrupamos en el Anexo I los atributos de la Tabla II en torno a las metodologías identificadas: ABP, TSP, ABPC y AI, reconociendo en ellos las siguientes categorías inductivas: problema, proyecto, aprendizaje colaborativo, proceso y características metodológicas.

Tras este reagrupamiento podemos definir por consenso las siguientes categorías presentes en las metodologías analizadas:

- Problema. El problema ha de poseer un carácter muy abierto, contextualizado (auténtico, de interés, útil) y más próximo al lenguaje coloquial que al académico (Perales, 2000). Los problemas ambientales poseen características específicas.
- Proyecto. Se concibe como la estrategia para abordar el problema pero también como el resultado de esa estrategia. Existen distintas tipologías: científicos, tecnológicos y de investigación ciudadana o comunitarios.
- Aprendizaje colaborativo. Participación grupal y solidaria en el desarrollo del Proyecto.
- Proceso. Conlleva acciones sistemáticas (a diferente escala, teóricas y empíricas) en las que los estudiantes han de implicarse cooperativa y activamente en todas sus fases (construcción del problema, diseño, desarrollo y evaluación del Proyecto), lo cual suele conllevar la propuesta de cambios sociales.
- Características metodológicas. Se fomenta la creatividad, la indagación (autónoma), la comunicación, el aprendizaje significativo, funcional, estratégico, cooperativo, global, social.

² Solo hemos representado cuatro citas por razones de espacio.

Como síntesis, presentamos en la Figura 1 un mapa conceptual representativo de esas relaciones.

¿Qué fundamentación teórica poseen estas metodologías de enseñanza?

Tras un recuento de las referencias teóricas citadas explícitamente por la muestra bibliográfica, nos encontramos que nueve trabajos aluden a ellas. En concreto, se refieren a: (1) Constructivismo, en distintas acepciones como la socioconstructivista o la investigación del medio (citado por siete referencias). (2) El resto no menciona un referente teórico reconocible.

¿Qué etapas de desarrollo de estas metodologías son más relevantes?

Al igual que hicimos anteriormente, la información recogida de la bibliografía en torno a la categoría de “Descripción de la metodología” nos servirá para seleccionar pautas comunes a la hora de abordar este tipo de enfoque de enseñanza. Para ello buscamos indicadores de dichas pautas, que agrupamos en individuales y de desarrollo (Tabla III).

¿Qué particularidades pueden apreciarse en la revisión de la literatura educativa complementaria?

En la siguiente fase de este trabajo consultamos la segunda muestra bibliográfica (Tabla I) con una temática más concreta y una orientación más empírica, realizando un análisis de la misma acorde con este carácter. En concreto, como ya adelantamos, consideramos las siguientes categorías: Modelo teórico; Enfoque metodológico; Muestra; Instrumentos; Conclusiones relevantes.

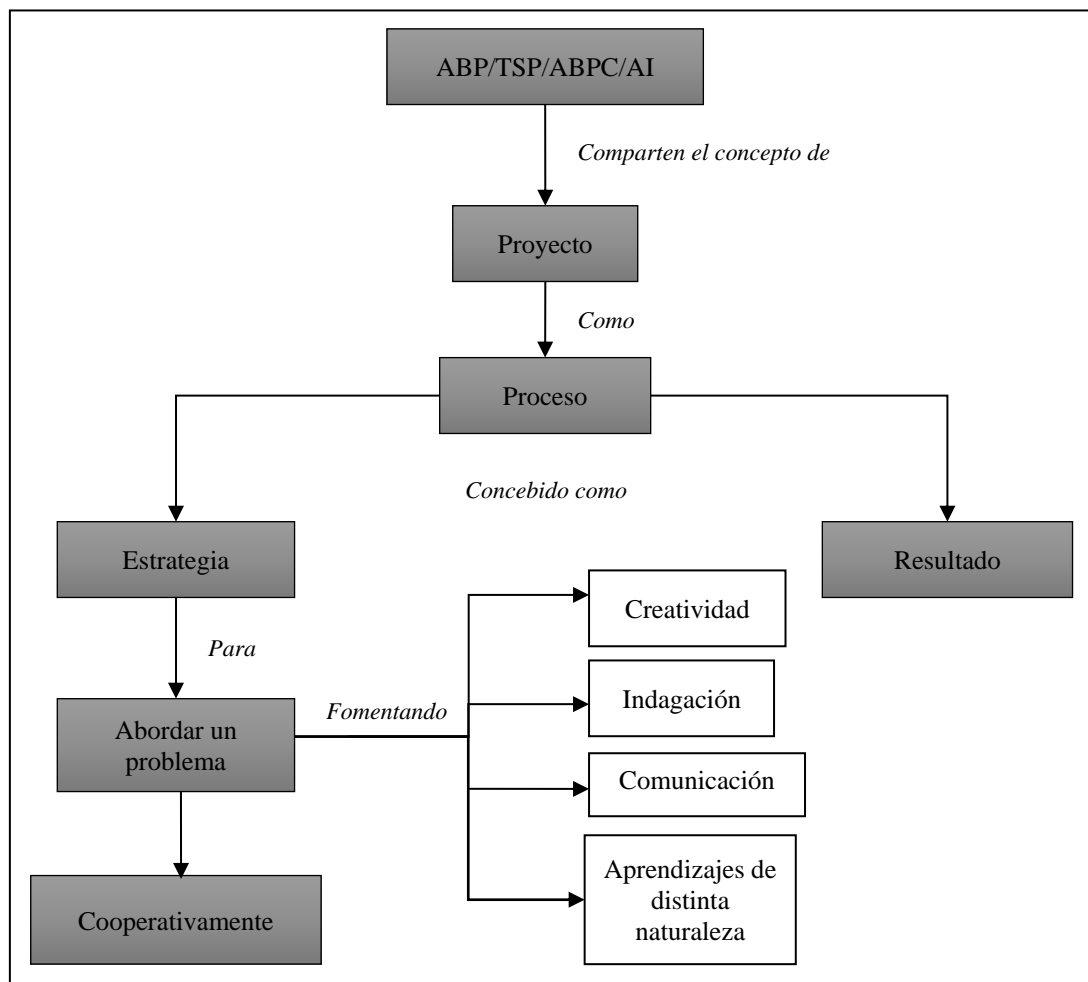


Figura 1. Mapa conceptual relacionando las categorías de la Tabla II.

De tal análisis se desprenden los siguientes datos (con frecuencia de aparición > 1):

- Los modelos teóricos predominantes fueron: ABP (5), AI (5), ABPC (3), Constructivismo (3), Currículo integrado (2), EA (2), CTS/Alfabetización científica (2).
- En el enfoque metodológico consideramos tanto la secuencia de enseñanza como la metodología de investigación educativa: Secuencia ABP (4), estudio cualitativo (4), estudio de caso (2), estudio cuasiexperimental (2).
- Muestra participante: estudiantes de secundaria (7), profesores en formación (3), profesores en activo (2).
- Instrumentos: pruebas escritas (6), entrevistas (5), observación (3), grupos de discusión (2).
- Conclusiones relevantes. Comenzaremos por las ventajas: incremento de la vertiente afectiva y cooperativa (9), integración curricular (4), incremento del aprendizaje de contenidos (4); dificultades: relativas al profesorado (3).

Asimismo, una de las referencias revisadas (Couso, 2014) alude a las diversas acepciones del concepto de indagación, que puede entenderse como capacidad individual, como

metodología científica o como estrategia de e/a (siendo la primera acepción la asumida por nosotros en este trabajo, Fig. 1).

Indicadores de desarrollo	Indicadores individuales		
	Trabajo Individual	Grupo de trabajo colaborativo	Interacción con el docente
Proyecto		Denominar Problema a abordar Hipótesis Justificar Cronograma Recursos	Guiar y orientar Provocar conflictos Ayudar a la búsqueda de soluciones durante todo el proceso.
Información	Buscar y seleccionar Revisar Analizar Redactar	Compartir	
Tarea		Planificar Solicitar orientación Clarificar dudas Buscar consenso Sintetizar Comunicar Recapitular Valorar	Proporcionar orientación Clarificar dudas
Grupo		Cohesionar	Evaluar

Tabla III. Indicadores de la descripción metodológica identificados en la bibliografía revisada.

CONCLUSIONES

- A pesar de las limitaciones que supone haber trabajado con una muestra bibliográfica reducida, en esta comunicación hemos tratado de clarificar la denominación, relaciones internas y características presentes en las consideradas como metodologías de e/a alternativas a la tradicional más en boga en la actualidad, tanto para las ciencias experimentales en general como para la EA en particular.
- En cuanto a la denominación y relaciones internas, estimamos que el TSP puede considerarse como el concepto aglutinante, teniendo como subconceptos al ABP, al ABPC y al AI, entendiéndose este último como una consecuencia del ABP.
- Como precedentes o fundamentación teórica de estas metodologías se señala de manera casi uniforme al Constructivismo, aunque se mencionan algunas de sus diferentes orientaciones.
- El TSP (y el resto de las metodologías relacionadas) permiten asignar distintas funciones en su desarrollo tanto a los estudiantes de forma individual como al grupo que trabaja cooperativamente y a los profesores que dirigen el proceso.
- Cuando la selección bibliográfica se centra en la temática ambiental, los resultados previos se validan y aparecen algunas nuevas características como la consideración de un currículo integrado y la alfabetización científica. Asimismo

los modelos de investigación empleados por las referencias analizadas suelen ser mayoritariamente de corte cualitativo y centrados más en los estudiantes de Secundaria que en el profesorado (en formación o en activo). Las conclusiones derivadas de tales estudios señalan como fortalezas de estas metodologías la potenciación de la vertiente afectivo-cooperativa, el aprendizaje interdisciplinar y de los contenidos inherentes, aunque se indican también algunas dificultades relacionadas especialmente con la formación y creencias del profesorado sobre dichas metodologías.

BIBLIOGRAFÍA³

Glass, G. V. (1976). Primary, Secondary, and Meta-Analysis of Research. *Educational Researcher*, 5(10), 3-8.

Badia, A. y García, C. (2006). Incorporación de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje basados en la elaboración colaborativa de proyectos. In: A. BADIA (coord.). *Enseñanza y aprendizaje con TIC en la educación superior* [monográfico en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 3(2), 42-54. Último acceso el 13 de diciembre de 2015, desde http://www.uoc.edu/rusc/3/2/dt/esp/badia_garcia.pdf

Couso, D. (2014). *De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica*. Ponencia a los XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Huelva.

La Cueva, A. (1998). La enseñanza por proyectos: ¿mito o reto? *Revista Iberoamericana de Educación*, 16, 165-187.

Perales, F. J. (2000). *Resolución de problemas*. Síntesis: Madrid.

Salas, W.A. (2005). Formación por competencias en educación superior. Una aproximación conceptual a propósito del caso colombiano. *Revista Iberoamericana de Educación*, 36(9). Último acceso el 13 de diciembre de 2015, desde <http://www.rieoei.org/deloslectores/1036Salas.PDF>

Tobón, S. (2006). *Método de trabajo por proyectos*. Madrid: Uninet. Último acceso el 3 de diciembre de 2015, desde http://cife.org.mx/biblioteca/doc_download/metodos_de_trabajo_por_proyecto.pdf

³ Por razones de espacio solo incluimos las referencias citadas explícitamente en el texto.

Anexo I. Agrupamiento en categorías de los atributos identificados en la Tabla II⁴.

Problema	Proyecto	Aprendizaje colaborativo	Proceso	Características metodológicas
<ul style="list-style-type: none"> • El <i>problema</i> puede ser una pregunta, un deseo de conocimiento, una necesidad de aplicar un método o estrategia para solucionar una dificultad, el crear un producto, el valorar una metodología de trabajo o el probar una hipótesis. • Características de los <i>problemas ambientales</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Un <i>proyecto</i> se concibe como la construcción de un conjunto de estrategias articuladas entre sí que se van desplegando en el tiempo para resolver un <i>problema</i> contextualizado en una red de situaciones en constante cambio y organización, y en donde hay una continua valoración que brinda retroalimentación para ir elaborando los ajustes pertinentes • <i>Project based tele-learning</i> is defined as <i>problem-oriented learning</i> within the framework of a group project and using telematics support for the project activities 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Collaborative learning</i> in a <i>problem-based</i> context emphasizes inter- and intragroup interactions, where the students actively participate in the learning process while solving a <i>problem</i> as a group 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuerte participación de los estudiantes en su planteamiento, en su diseño y en su seguimiento • Trabajo educativo más o menos prolongado • Combina el estudio empírico con la consulta bibliográfica y puede incluir propuestas y/o acciones de cambio en el ámbito social • Conjunto de actividades sistemáticas y elaboradas que se ejecutan con el fin de resolver un determinado <i>problema</i>. • El trabajo por <i>proyectos</i> dentro del currículo consiste en la construcción con los estudiantes de un <i>problema</i>, el diseño de estrategias de resolución, su ejecución y valoración, buscando el trabajo en equipo y la participación de otras personas • La enseñanza por <i>proyectos</i> consiste en el desarrollo de investigaciones escolares sobre temas que interesan a los alumnos • Many different variations of <i>ABP</i> practice may be identified, ranging from large-scale implementation of 	<ul style="list-style-type: none"> • Creatividad • Propiciador de la <i>indagación</i> infantil en una labor autopropulsada conducente a resultados propios • Fomentando aprendizajes significativos, funcionales, cooperativos y globalizados • <i>Project-based instruction</i> is a didactic strategy where not only <i>problem-specific learning</i> goals are involved, but also cognitive and social goals • <i>ABP</i> takes its point of departure in the constructivist sociocultural approach of understanding learning and education • The main learning principles of <i>ABP</i> in three approaches: cognitive learning, <i>collaborative learning</i> and contents. • <i>Problem-based learning</i> and <i>inquiry learning</i>, are not minimally guided instructional approaches but rather provide extensive scaffolding and guidance to facilitate student learning. In <i>PBL</i>, students learn content, strategies, and self-directed learning skills through collaboratively solving <i>problems</i>, reflecting on their

⁴ Solo hemos representado el ABP por razones de espacio

Problema	Proyecto	Aprendizaje colaborativo	Proceso	Características metodológicas
			<i>ABP</i> at a departmental or institutional level, to small-scale implementation in a single course	experiences, and engaging in self-directed <i>inquiry</i> . • <i>Problem-Based Learning (PBL)</i> , as a general model, was developed in medical education in the early 1970's

El artículo de investigación y su rúbrica como instrumentos de aprendizaje y evaluación formativa en ambientes de ABP

Ramos, A.

Departamento de Fisicoquímica, Facultad de Química, UNAM.

arnej@unam.mx

RESUMEN

En un curso experimental de fisicoquímica de nivel universitario, cuyo enfoque didáctico es a través del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), los instrumentos de evaluación deben estar alineados a las habilidades de alto nivel cognitivo y al pensamiento crítico que se desea que los alumnos desarrollen. Se discute el reporte de práctica experimental en forma de artículo de investigación como un recurso de aproximación al aprendizaje profundo, que lo convierten en una actividad de enculturación científica con la cual se obtienen conocimientos de la fisicoquímica y una noción adecuada de la Naturaleza de la Ciencia. Mediante una evaluación formativa, la rúbrica del artículo de investigación permite orientar a los alumnos para mejorar sus habilidades y su proceso metacognitivo, y también posibilita a los profesores para que se desarrollen como facilitadores del aprendizaje.

Palabras clave

ABP, enseñanza experimental, evaluación formativa, artículo, rúbrica.

El laboratorio de enseñanza tradicional de la química presenta un grave problema, cuesta mucho en recursos económicos, humanos y de infraestructura, y a pesar de todos los esfuerzos que se invierten en su implementación, el tipo de aprendizajes que se obtienen es el mismo que el de las clases de teoría (Hodson, 1994). En la actualidad, en la enseñanza universitaria, todavía hay muchos laboratorios que están diseñados desde la visión tradicional, en donde lo importante es demostrar los conceptos. De acuerdo al grado de apertura del trabajo experimental a realizar, solo alcanzan el nivel de un ejercicio práctico (Caamaño, 2004). Como la responsabilidad del profesor es transmitir el conocimiento, la exposición de la práctica es algo habitual. Se dejan cuestionarios, y se dirige la sesión mediante el uso de un manual que indica las instrucciones precisas a seguir. Estos manuales operan predominantemente en los tres niveles más bajos de la taxonomía de Bloom: conocimiento, comprensión y aplicación (Domin, 1999), las llamadas habilidades cognitivas de bajo nivel. Cada sesión práctica requiere del estudiante una enorme cantidad de recursos cognitivos y de destrezas experimentales, lo que provoca que su memoria de trabajo se sature. Entonces, para funcionar eficazmente, solo atina a enfocarse en el procedimiento señalado en el manual (Nakhleh, Polles, y Malina, 2002). Así, no comete errores que podrían ser “fatales” en el ámbito de manejo de sustancias, y le *sale* la práctica, como se dice en el lenguaje escolar. Para la evaluación se hace uso de un reporte de práctica que generalmente es un formato que el alumno debe llenar, y la aplicación de exámenes escritos que solo verifican conocimiento factual. Desde la perspectiva de la cultura escolar, promueve algunas actitudes negativas como

son el plagio y el engaño, en tanto a copiar reportes de cursos anteriores o a informar resultados convenientes, pero no obtenidos, de acuerdo a los previstos como correctos. Esto no aporta al entendimiento que desarrolla el alumno acerca de la química (Singer, 2005), ya que termina creyendo que el conocimiento científico está acabado, que siempre tiene respuestas correctas, que lo importante es aprender conceptos, y que lo experimental es un mero trámite. Arraiga viejas creencias acerca de que el laboratorio está subordinado a la teoría (Chamizo y colaboradores, 2012), los estudiantes no lo perciben como una experiencia particularmente importante en su aprendizaje (Hofstein y Lunetta, 2004), y privilegia una aproximación superficial de aprendizaje (Entwistle, 2005) (Monroy y Hernández Pina, 2014). Esta es la razón por la cual los alumnos utilizan ideas ingenuas al intentar resolver problemas reales y complejos, en vez de usar el pensamiento crítico para aplicar los conocimientos disciplinares que se supone ya aprendieron. Es imperativa la transformación de los cursos experimentales tradicionales hacia aquellos en donde el alumno se desarrolle en un ambiente de enculturación científica, o cognición situada (Brown y colaboradores, 1989), y así tenga la oportunidad de desplegar el pensamiento crítico y los conocimientos disciplinares mediante una metodología que esté de acuerdo con la noción contemporánea de la Naturaleza de la Ciencia (NC). Esto es, un ambiente en donde el conocimiento se produzca de forma tentativa y empírica, donde se pueda reconocer que está influido por la teoría, que es producto de la imaginación, la creatividad y la inferencia humana, que está abierto a la discusión, embebido social y culturalmente, y que para lograrlo no existe un método científico universal (Abd-El-Khalick y Lederman, 1998). De esta manera, se cambia el objetivo de aprendizaje hacia la adquisición de habilidades de alto nivel cognitivo, como son el análisis, la síntesis, la evaluación y la creatividad, y se establece a la argumentación científica como un nuevo método racional para la discusión crítica del trabajo práctico (Hofstein y Kind, 2012). También se explicitan las actitudes propias y adecuadas del trabajo experimental. Este cambio puede conseguirse a través de laboratorios basados en la indagación. Desde el enfoque constructivista, con el apoyo de la teoría del Aprendizaje Significativo, así como de muchos otros aportes de la didáctica de las ciencias y disciplinas como la psicología cognitiva, la sociología o la neurociencia, esto puede conseguirse a partir de ambientes de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) (Ramos y Palacios, 2007), donde el eje de acción es el aprendizaje del estudiante. Reconociendo que en la cultura escolar la evaluación dirige todos los esfuerzos del estudiante (Becker, Beer and Hughes, 1995), y de acuerdo al modelo de alineamiento constructivo de Biggs (2006) que dice que debe haber consistencia metodológica entre objetivos, contenidos, actividades y evaluación, se debe descartar la utilización de exámenes conceptuales y de reportes de práctica tradicionales, ya que estos instrumentos sólo verifican el conocimiento factual y orientan al alumno a un enfoque superficial de aprendizaje. Conviene mejor desarrollar otros instrumentos de evaluación que den efectiva cuenta acerca de la adquisición de las habilidades cognitivas de alto nivel.

El lenguaje es una parte integral de la ciencia, es un medio para hacer ciencia y para construir sus afirmaciones. Pero también es un fin, en virtud de que se usa para comunicar las investigaciones, los procedimientos y los entendimientos científicos a otras personas. De esta manera, la gente puede evaluar la validez del conocimiento, y puede tomar decisiones informadas acerca de los problemas relacionados (Norris y Phillips, 2003). Así, el lenguaje se convierte en una herramienta epistemológica (Kelly y colaboradores, 2000). De la misma forma que los científicos se sumergen simultáneamente en prácticas argumentativas y el avance del conocimiento, los estudiantes pueden entender la ciencia al involucrarse en estas prácticas argumentativas y usarlas como herramientas básicas para aprender los conceptos. Esta es la base de la aproximación inmersiva del aprendizaje

de la ciencia (Hand, Cavagnetto y Chen, 2016). El lenguaje científico contiene símbolos matemáticos, gráficos y declaraciones. En particular, el lenguaje escrito es una herramienta importante para la organización discursiva y la consolidación de ideas rudimentarias en un conocimiento más coherente y bien estructurado (Norris y Phillips, 2003). La comunicación científica escrita produce un conocimiento profundo y aclara ambigüedades (Yore, Hand, y Florence, 2004). Permite, al que la ejercita, establecer asociaciones detalladas entre la evidencia (resultados de investigación), las garantías o justificaciones (hechos), y las afirmaciones (hipótesis). Escribir científicamente no es una habilidad genérica y transferible, sino una práctica específica de la disciplina, que permite conectar, construir, y dar sentido. Establece ese espacio de tiempo dedicado exclusivamente a la reflexión de las ideas, las imágenes mentales y las hipótesis, es decir, es por sí mismo un proceso metacognitivo. El lenguaje científico se convierte en una herramienta de resolución de problemas que utiliza patrones de argumentación únicos y un género específico de función y forma para evidenciar las relaciones y causalidades (Yore, Hand, y Florence, 2004).

Ya se ha propuesto a la lectura e interpretación del artículo científico como un instrumento valioso para la enseñanza de las ciencias, con el cual se pueden cuestionar las ideas inadecuadas acerca de la ciencia y el conocimiento científico (Campanario, 2004). Sin embargo, para el caso del ABP y de la experiencia de aprendizaje inmersivo, su utilidad es todavía más profunda. Los alumnos no solo resuelven situaciones problemáticas, sino que adquieren conocimiento de la misma forma en que lo hace un científico durante su actividad cotidiana: mediante el uso de las estructuras argumentativas de la ciencia, en un contexto de compartición de significados y discusión de ideas en los grupos de trabajo colaborativo. También pone en evidencia el trabajo de reestructuración (Burke y colaboradores, 2006), que significa comunicar en un escrito todas las actividades que se desarrollaron para resolver el problema, y por lo tanto, los alumnos consiguen una mejor interpretación en la NC: "... la estructura típica de un artículo de investigación no refleja, en general, el modo en que se realizó la investigación. Como dijo Feynman en la conferencia que pronunció con motivo de la recepción del premio Nobel: «[...] tenemos la costumbre de escribir los artículos que se publican en las revistas científicas de manera que el trabajo aparezca tan acabado como sea posible, para tapar todos los otros caminos y no tener que preocuparnos de explicar los intentos fallidos ni tener que describir cómo la primera idea que se nos ocurrió era incorrecta»." (Campanario, 2004)

En la Facultad de Química de la UNAM se ofrece un curso experimental, el Laboratorio Unificado de Físicoquímica (LUF), para las carreras de Química (7° semestre) e Ingeniería Química (6° semestre) mediante la aproximación de ABP. Es independiente de las teorías y con créditos y objetivos de aprendizaje propios, los grupos tienen un promedio de 16 alumnos, y una duración de 128 y 64 horas al semestre respectivamente. El LUF no tiene manual de prácticas experimentales. En su lugar, el profesor propone inicialmente un problema auténtico y de interés actual, de tal forma que existe un contexto y el alumno puede relacionarse afectivamente con el objeto de estudio, por lo que hay una motivación intrínseca para el aprendizaje. Ejemplos de estos problemas son: tratamientos fisicoquímicos de aguas residuales, cinética de la síntesis de biodiesel, cinética de saponificación con distintos aceites o grasas, etcétera. Los objetivos del LUF son que los alumnos puedan manejar ciertos conocimientos base de fisicoquímica, pero que principalmente adquieran habilidades cognitivas de alto nivel para poder resolver problemas, haciendo conscientes los procesos por medio de los cuales adquirieron dicho conocimiento, es decir, activando la metacognición. Se espera que los estudiantes

aprendan a investigar desarrollando para eso su capacidad de análisis, de selección de información, de síntesis, dirección y liderazgo. Se espera que este acercamiento fomente la adquisición de valores y actitudes científicas, en particular para que aprendan a trabajar en equipo de forma colaborativa. Que puedan construir afirmaciones científicas y justificar dichas afirmaciones, presentando sus resultados frente a una comunidad de pares. Que sean capaces de evaluar dichos resultados en función de una hipótesis experimental que ellos mismos han planteado, y que sirvió también para que propusieran un desarrollo experimental acorde. Se espera promover en los estudiantes el desarrollo del pensamiento crítico para resolver problemas reales en fisicoquímica. Finalmente, se espera que los estudiantes puedan argumentar utilizando modelos científicos de acuerdo a las estructuras sustantivas y sintácticas de la fisicoquímica, es decir, a la forma en que lo hacen los fisicoquímicos. De esta manera, los alumnos podrán darse cuenta efectivamente de cuál es la NC. Inicialmente se forman equipos con 3 o 4 integrantes, y se hacen actividades que los posibilitan para trabajar en colaboración. Cada equipo tiene que presentar una reinterpretación del problema que en principio plantea el profesor, de tal forma que cada problema es único e irrepetible.

Entonces, escribir un reporte de práctica experimental en forma de artículo de investigación, de la misma manera que lo haría un fisicoquímico, se convierte en una actividad de enculturación científica, y es un recurso de aproximación al aprendizaje profundo. Lo posibilita como una herramienta para obtener conocimientos de la fisicoquímica y de la NC. En estos artículos, los alumnos exponen la hipótesis de experimentación que se discutió exhaustivamente durante las primeras semanas del curso, tienen que describir claramente cuáles son las variables experimentales y cuáles son los métodos instrumentales. Explican el método experimental propuesto. Al discutir sus resultados, utilizan la argumentación con los modelos fisicoquímicos correspondientes, lo que revela cuál es el grado de entendimiento que alcanzaron. El nivel de éxito de este tipo de aproximaciones de aprendizaje se puede constatar con un resultado específico: un equipo de trabajo conformado por dos estudiantes de química logró publicar su problema, “Estudio fisicoquímico de la adsorción de azul de metileno en aserrín de pino”, en una revista arbitrada (Becerril, Villasana y Ramos, 2015). Esto requirió de ellos solo un poco más de esfuerzo y tiempo de lo que supone lo establecido para el curso.

La evaluación en el LUF se hace a través del trabajo cotidiano mediante una lista de cotejo, revisando todas las actividades involucradas en la resolución del problema. Cada punto en la lista de cotejo tiene implícita una rúbrica o matriz de valoración. Los reportes de investigación en forma de artículo son uno de los productos finales considerados que, en un contexto constructivista, sirven tanto para propósitos de evaluación formativa como sumativa. El profesor está en constante comunicación con los estudiantes, para así retroalimentarlos en cada una de las partes que constituyen al artículo, conforme ellos las van generando. Al final del proceso, la mejor versión presentada participa en la acreditación (Ramos, 2015). Se ha visto que la rúbrica puede convertirse en un instrumento de evaluación adecuado para trascender la verificación de conocimientos conceptual y las habilidades de bajo nivel cognitivo hacia un panorama de adquisición de habilidades cognitivas superiores, y en particular para mejorar la calidad de la escritura científica (Kishbaugh y colaboradores, 2012). La descripción de los criterios y niveles de desempeño específicos que se consiguen, orienta el trabajo de los estudiantes desde el primer día de clases. En la Tabla 1 se ejemplifica uno de los criterios de la rúbrica de evaluación del artículo de investigación: las conclusiones. Con esta rúbrica se puede analizar el artículo de investigación publicado por los alumnos Becerril y Villasana (2015), y cuyo título, objetivos y conclusiones se presentan en la Tabla 2.

Niveles Criterios	EXPERTO	CAPAZ	INICIADO	NOVATO
Conclusiones	Se confrontan los resultados del trabajo con respecto a la hipótesis experimental, y se establece una respuesta al problema planteado	Se plantea una postura que a partir de los resultados obtenidos respalda al objetivo, pero que deja de lado a la hipótesis.	Se replantea una discusión teórica con más fundamentos teóricos tratando de justificar los resultados, pero sin confrontar el objetivo o la hipótesis inicial	Se emplean citas textuales de otros trabajos vinculados en la teoría, pero sin argumentar con los resultados propios ni con las preguntas de investigación.

Tabla 1. Ejemplo del criterio: conclusiones, para la rúbrica de evaluación del artículo de investigación (Arriaga, 2016).

Estudio fisicoquímico de la adsorción de azul de metileno en aserrín de pino	
<i>Objetivos e hipótesis experimental</i>	<i>Conclusiones</i>
“Los métodos de adsorción generalmente se hacen con carbón activado, adsorbente de gran eficiencia pero alto costo... se propone el aserrín de pino como adsorbente... Se trabajará con azul de metileno (AM) como colorante, el cual es utilizado en la industria y tiene efectos negativos en la salud... Se realizan estudios sobre el proceso de adsorción con modelos de isoterma, cinéticos y de difusión intrapartícula...”	De acuerdo al modelo de Freundlich hay una formación de monocapa en los adsorbentes, además de que los sitios disponibles en la superficie son distintos entre ellos (superficie heterogénea)... El proceso sigue una cinética de pseudo segundo orden. Este proceso es más rápido con aserrín que con carbón activado, debido al volumen que ocupa en la disolución y la porosidad de éste... Se observó que hay difusión intrapartícula, es decir, además de adsorberse en la capa externa del aserrín, el colorante también lo hace en las capas internas. Este fenómeno se ve afectado por la concentración del colorante a lo largo del proceso...

Tabla 2.- Extractos del reporte experimental de Becerril y Villasana (2015) en forma de artículo de investigación.

La hipótesis del trabajo de adsorción de Azul de Metileno (AM) en aserrín de pino está implícita (ver Tabla 2), y es que el aserrín de pino sería un sustrato comparable al carbón activado para adsorber al AM. Al efectuar la evaluación con ayuda de la rúbrica de la Tabla 1, se le puede otorgar el nivel de EXPERTO, porque se confrontaron los resultados del trabajo con respecto a la hipótesis experimental, y se establece una respuesta al problema planteado: las propiedades adsorbentes de los dos materiales pueden describirse con el mismo modelo, e incluso discriminar que la ventaja del aserrín en rapidez para llegar a la misma eficiencia de adsorción estriba en que este ocupa mayor volumen y es muy poroso.

Pasar el curso del LUF supone un *avance* en el desarrollo de habilidades cognitivas desde el nivel más bajo que es el de completamente dirigido por el profesor, hasta llegar al nivel de autodirección y autoevaluación (Schraw, Crippen y Hartley, 2006). Si el alumno llega a este nivel, ha conseguido un uso efectivo de la metacognición. Lo que importa evaluar es el *proceso* de adquisición de habilidades, actitudes y conocimiento. El reporte de trabajo experimental en forma de artículo de investigación ya tiene ocho años de estarse

utilizando en el LUF. Escribir es un reto para los estudiantes, pero principalmente porque nunca han enfrentado la responsabilidad de sustentar un trabajo, y menos uno que es, a todas luces, propio. Ellos ponen todo su empeño para lograr un escrito coherente y bien estructurado, pero también expresan su satisfacción al reconocer el avance en el desarrollo de sus habilidades generales. La manera en que piensan un problema se transforma. Lo que cambia principalmente es su apreciación de la complejidad del trabajo experimental.

El conocimiento conceptual, el entendimiento de teorías y modelos, y las habilidades de alto nivel cognitivo son demasiadas y muy demandantes para ser implementadas por un profesor promedio (Hofstein y Kind, 2012). Entonces es indispensable asegurarse de que los profesores que apenas se introducen en didácticas constructivistas, o que son profesores en formación, tengan las herramientas adecuadas para fungir como facilitadores del aprendizaje, tal como se prevé para ambientes de ABP. Esto se puede lograr con el apoyo de una rúbrica, ya que puede funcionar como un instrumento de evaluación, y como una guía explícita de las habilidades y niveles de desempeño específicos que se desea conseguir de los estudiantes. Timmerman y colaboradores (2011) sugieren que el uso de una rúbrica diseñada para medir en el alumno la habilidad para razonar y escribir científicamente, ofrece tres ventajas importantes en la educación superior: 1) hace que la asignación de la calificación dentro de una asignatura sea más sustancial y coherente, en particular en aquellos cursos que contarán con profesores novatos o en formación; 2) evalúa el logro del estudiante en la obtención de las habilidades de razonamiento y escritura científica; y 3) cuando se utiliza en múltiples cursos, pone de relieve las fallas en la alineación de los mismos, y proporciona una métrica común para evaluar en qué medida el plan de estudios está logrando los objetivos programáticos.

CONCLUSIONES

En un ambiente de ABP para un curso experimental de fisicoquímica universitaria, escribir un reporte de práctica experimental en forma de artículo de investigación, de la misma manera en que lo haría un fisicoquímico, se convierte en una actividad de enculturación científica y es un recurso de aproximación al aprendizaje profundo. Lo posibilita como una herramienta para obtener conocimientos de la fisicoquímica y una noción adecuada de la NC. Es al mismo tiempo, un instrumento de evaluación formativa que, con la ayuda de la rúbrica, permite orientar a los alumnos para mejorar sus habilidades y su proceso metacognitivo. La rúbrica además, posibilita a los profesores inexpertos para que se desarrollen como facilitadores del aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

Abd-El-Khalick, F., Bell, R., and Lederman, N.G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(49), 417-436.

Arriaga, F. R. (2016). Propuesta de una herramienta de evaluación (Rúbrica) en el ambiente de instrucción de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) para el curso de Laboratorio Unificado de Fisicoquímica (LUF). *Tesis de Licenciatura en QFB sin publicar*, UNAM, México.

Becerril, E.V., Villasana, H.K., y Ramos, M.A. (2015). Estudio fisicoquímico de la adsorción de azul de metileno en aserrín de pino. *Química Hoy Chemistry Sciences*, 5 (2), 10 – 15.

Becker H.S.; Geer B; and Hughes E.C. (1995). *Making the grade*. The Academic Side of College Life, PA: Higher Education.

- Biggs, J. (2006). *Calidad del aprendizaje universitario*, Madrid: Editorial Narcea
- Brown, J.S., Collins, A., and Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, 18 (1), 32-42.
- Burke K.A.; Greenbowe T.J.; and Hand B. (2006) Implementing the Science Writing Heuristic in the Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*. 83 (7), 1032-1038.
- Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones. ¿Una clasificación útil para los trabajos prácticos? *Alambique*, 39, 8-19.
- Campanario J.M. (2004). Algunas posibilidades del artículo de investigación como recurso didáctico orientado a cuestionar ideas inadecuadas sobre la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*. 22(3), 365-378.
- Chamizo, J. A., Pacheco, I., Castillo-Leo, D. (2012). La naturaleza de la química. *Educación Química*. XXIII (E2), 298-304.
- Domin, D. A. (1999). Review of Laboratory Instruction Styles. *Journal of Chemical Education*. 76 (4), 543-547.
- Entwistle N., (2005). Contrasting Perspectives on Learning. In: Marton, F., Hounsell, D. and Entwistle, N., (eds.) *The Experience of Learning: Implications for teaching and studying in higher education*. 3rd (Internet) edition. (pp. 106-125). Edinburgh: University of Edinburgh. Último acceso el 19 de febrero del 2016, desde http://www.docs.hss.ed.ac.uk/iad/Learning_teaching/Academic_teaching/Resources/Experience_of_learning/EoLChapter1.pdf
- Hand, B, Cavagnetto, A., Chen, Y., and Park, S. (2016). Moving Past Curricula and Strategies: Language and the Development of Adaptive Pedagogy for Immersive Learning Environments. *Research in Science Education*. First online:22 January 2016. Último acceso 24 de febrero del 2016, desde <http://link.springer.com/article/10.1007/s11165-015-9499-1>
- Hodson, D. 1994. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 47-56, 299-313.
- Hofstein, A., and Lunetta, V. N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century, *Science Education*,88, 28-54.
- Hofstein, A., and Kind, P.M. (2012). Chapter 15: Learning in and from science laboratories. In Fraser B.J. et al (eds.). *Second International Handbook of Research on Science Education*. Springer Science + Business Media.
- Kelly, G. J., Chen, C., and Prothero, W. (2000). The epistemological framing of a discipline: writing science in university oceanography. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 691–718.
- Kishbaugh, T. L. S., Cessna, S., Horst, S.J., Leaman, L., Flanagan, T., Neufeldd, D.G. and Siderhursta, M. (2012). Measuring beyond content: a rubric bank for assessing skills in authentic research assignments in the sciences. *Chemistry Education Research and Practice*. (13), 268–276.
- Monroy, F. y Hernández Pina, F. (2014). Factores que influyen en los enfoques de aprendizaje universitario. Una revisión sistemática. *Educación XXI*, 17 (2), 105-124.
- Nakhleh, M. B.; Polles, J.; Malina, E. (2002) Learning Chemistry in a Laboratory Environment. In Gilbert, J. K., DeJong, O., Justi, R., Treagust, D. F., Van Driel, J. H.,

(Eds) *Chemical Education: Towards Research-Based Practice*. (pp 69–94). Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands.

Norris, S.P. & Phillips, L.M. (2003). How literacy in its fundamental sense is critical to scientific literacy. *Science Education*, 87, 222–240.

Ramos, M. A., y Palacios A. J. (2007). Elementos del aprendizaje experimental basado en un problema para la enseñanza superior en Fisicoquímica. *Educación Química*. XVIII (3), 214-221

Ramos, M. A. (2014-2015) Objetivos y evaluación del aprendizaje del trabajo experimental en fisicoquímica en la era de la información. *ALDEQ*. II (XXX), 115-119.

Schraw, G., Crippen, K.J., and Hartley, K. (2006). Promoting Self-Regulation in Science Education: Metacognition as Part as a Broad Perspective of Learning. *Research in Science Education*. 36, 11-139.

Singer, S.R., Hilton, M.L., y Schweingruber, H.A. (Eds). (2006). *America's Lab Report: Investigations in High School Science*. National Research Council, National Academies Press.

Timmerman, B. E., Strickland, D., Johnson, R., and Payne, J.R. (2011): Development of a 'universal' rubric for assessing undergraduates' scientific reasoning skills using scientific writing, *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 36 (5), 509-547

Yore, L. D., Hand, B. M., and Florence, M. K.. (2004). Scientists' Views of Science, Models of Writing, and Science Writing Practices. *Journal of Research in Science Teaching*. 41 (4), 338–369.

Propuesta de aula para mejorar la actitud de los alumnos de bachillerato ante el ruido

Rodríguez-Casals, C., Fernández, R.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza.

crodric@unizar.es

RESUMEN

En esta comunicación se presenta una propuesta de aula diseñada para intentar mejorar la actitud de los estudiantes de bachillerato ante el problema de contaminación acústica. Se muestran los objetivos que persigue, se describen sus principales características, los materiales y los métodos empleados, las actividades que se han diseñado y programado, así como el proceso de registro de la información cualitativa que se pueda obtener durante su administración.

Palabras clave

Propuesta de aula, Contaminación acústica, Ruido, Actitudes.

OBJETIVOS DE LA PROPUESTA DE AULA

Se han propuesto dos objetivos generales, relacionados con el proceso de elaboración de la intervención didáctica y con la recopilación de la información cualitativa durante su administración, enunciados de la siguiente manera:

1. Diseñar una propuesta de aula, analizando los fundamentos de la contaminación acústica y valorando las buenas prácticas e intenciones de conducta, para mejorar los aspectos de la actitud de los estudiantes de bachillerato que no resulten favorables ante el problema del ruido y potenciar aquellos que sí lo sean.
2. Recoger la información cualitativa generada durante la administración de la intervención educativa para facilitar la interpretación de los datos cuantitativos resultantes de la aplicación del instrumento de medida de la actitud.

Para su consecución se proponen cuatro objetivos específicos:

1. Elaborar materiales didácticos y actividades apropiadas para modificar las actitudes no favorables y reafirmar las favorables que presentan los estudiantes de bachillerato ante el problema del ruido.
2. Comprobar los recursos materiales necesarios para la realización de las distintas actividades de la propuesta de aula.
3. Programar y secuenciar las actividades diseñadas que configuran la propuesta de aula.
4. Diseñar registros para la recopilación de información cualitativa que se pueda generar durante los debates y la realización de las actividades prácticas.

CARACTERÍSTICAS Y METODOLOGÍA DE LA PROPUESTA DE AULA

El informe especial del Eurobarómetro de la Comisión Europea (Eurobarometer, 2008) muestra el escaso interés y preocupación de los europeos, y en particular de los españoles,

por su comportamiento respecto al ruido. Sólo un 8% de los participantes señala el ruido como una preocupación y un 12% considera que falta información sobre contaminación acústica, porcentajes que en el caso de España se reducen a un 6% y un 11% respectivamente.

Para Jiménez-Tejada *et al.* (2012) uno de los motivos del reducido número de programas educativos sobre prevención contra el ruido es la baja conciencia social. Además encuentran que los estudios específicos e investigaciones sobre este tema son escasos y no suelen publicarse en revistas de educación (v. g. Holmes *et al.*, 2007 publicado en *American Journal of Audiology*).

Otros autores señalan que en los libros de texto se le da poca importancia a la salud auditiva y a la protección contra el ruido (Chen *et al.*, 2008), al igual que ocurre en el currículo Bachillerato. Folmer *et al.* (2002) consideran que la atención que se concede a la conservación de la audición no es la misma, ni recibe recursos equiparables a los destinados a otros problemas, como la lucha contra el tabaquismo, las drogas, el embarazo en adolescentes o las enfermedades de transmisión sexual.

Además, cuando se trabaja en el aula la contaminación acústica se presta poca atención a la reducción del rendimiento y a las dificultades de comunicación y de aprendizaje que acarrea, centrándose en los daños fisiológicos que puede producir en el sistema auditivo (Collado, 2007). El método más empleado suele ser el expositivo y, en menor medida, el debate o el análisis de prensa, sin la presencia de actividades prácticas.

Estos antecedentes sugieren que la propuesta de aula no sólo debe atender a unos objetivos de aprendizaje y a sensibilizar al alumnado, también debe aportar material didáctico útil a los profesores, por lo que éstos deben estar de acuerdo con los contenidos y el planteamiento de la intervención educativa, como señalan Jiménez-Tejada *et al.* (2012). La finalidad es que en años venideros ellos puedan continuar trabajando el ruido en el aula.

Otro aspecto que hay que tener presente cuando se diseña una propuesta de aula destinada a estudiantes adolescentes es la fuerte influencia que puede ejercer el grupo de iguales. Por ello, se considera oportuno el empleo de una metodología dialógica reflexiva (Aubert *et al.*, 2009), como una manera de buscar posibles soluciones a situaciones en las que se enfrentan al problema del ruido en su vida cotidiana. En este sentido, lo importante es proporcionar a los estudiantes elementos que les permitan analizar los pros y contras presentes en una situación, para que ellos propongan una posible solución. El valor intrínseco de este enfoque, reside en el fomento de la creatividad y de la iniciativa de los estudiantes, por lo que es mejor que sean ellos mismos los promotores de soluciones y que el profesor sea un mero orientador que valore las alternativas y guíe la elección de una de ellas.

Una intervención didáctica, cuya finalidad es mejorar la actitud de los estudiantes de bachillerato ante el problema de la contaminación acústica, al menos debería dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿qué es la contaminación acústica?, ¿la percibimos como un problema?, ¿por qué es importante estudiarla y conocerla?, ¿qué riesgos supone exponerse a ella?, ¿cómo podemos protegernos?, ¿qué puedo hacer para combatirla?

Del marco teórico que la sustenta se deriva el desarrollo de unos contenidos mínimos (*vid.* Tabla 1), que involucran distintos tipos de saberes (saber, saber hacer y saber ser y estar) asociados a las tres dimensiones de la actitud (cognitiva, afectiva y conductual) propuestas por Fishbein y Ajzen (1975).

Los contenidos relacionados con el saber se desarrollan en actividades de tipo expositivo, los asociados al saber hacer en actividades prácticas y los vinculados al saber estar y ser se trabajan fundamentalmente en el debate.

PROGRAMACIÓN DE LA PROPUESTA DE AULA

La intervención educativa se realiza a lo largo de cuatro sesiones de clase:

- Una expositiva introductoria, en la que se sientan las bases y conocimientos básicos para entender y concienciarse del problema que representa el ruido en nuestra sociedad.
- Otra de carácter eminentemente práctico, en la que se realizan diferentes medidas de niveles sonoros en puntos críticos del centro (aulas, pasillos y recreo), con y sin la presencia de estudiantes realizando sus actividades cotidianas, y en los auriculares de dispositivos reproductores de música que emplean los estudiantes.
- Un debate, en el que los alumnos tienen que aportar y consensuar soluciones a situaciones conflictivas propuestas por el investigador.
- Una final, en la que se aplica una escala Likert para evaluar los cambios en la actitud de los estudiantes fruto de la intervención didáctica.

Actividades diseñadas y su metodología

A1. El ruido: Un agente contaminante de nuestra ciudad.

Para la primera de las actividades diseñadas se ha elegido la clase magistral como metodología. Se ha elaborado una presentación audiovisual con diferentes efectos sonoros, enlaces a recursos y páginas web de interés. En su contenido se establecen los fundamentos de la contaminación acústica, se plantea el problema que sufren actualmente las ciudades, se señalan los principales riesgos derivados de su exposición, la manera de protegerse ante el ruido y de actuar para no convertirse en agentes productores de ruido. Durante las explicaciones está previsto el empleo de preguntas como medio de verificación del grado de comprensión y para la identificación de conocimientos y experiencias previas de los estudiantes.

Para la realización de esta actividad son necesarios una serie de recursos, que previamente habrá que verificar su disponibilidad, tales como: cañón de proyección y ordenador, para visionar la presentación, y equipo de audio con amplificador, para escuchar los efectos sonoros que incorpora. Además, hay que comprobar la acústica del lugar en la que se va a llevar a cabo (aula o sala), la compatibilidad de software disponible para garantizar que funcionan todos los ficheros de audio, video y simuladores, y la disponibilidad de Internet. Cualquier incidencia debe registrarse en el cuaderno de notas del investigador.

A.2 Debate

En este caso se ha seleccionado una metodología dialógica reflexiva. El profesor, que ejerce las funciones de moderador, orienta el debate presentando una situación cotidiana en la vida de los estudiantes que resulta contradictoria o que entra en conflicto con un derecho, valor o norma, como por ejemplo:

- Preocuparse porque el ruido pueda afectar su salud y, no obstante, exponerse voluntariamente a elevados niveles sonoros durante largos periodos de tiempo, o no mostrar interés por informarse de cómo protegerse contra el ruido.

- Manifestar que el ruido le impide concentrarse y, sin embargo, hablar en voz alta e incluso gritar por los pasillos del instituto.
- Molestarse por los ruidos que se hacen en casa porque perturban su descanso y no considerar la molestia que puede producir cuando se divierte por la noche.

Es importante que los estudiantes reconozcan claramente el conflicto para que puedan realizar su reflexión, cuya finalidad es llegar a soluciones. Éstas son las que posteriormente se debaten con el resto de compañeros. Para facilitar los comentarios de los estudiantes, el moderador puede formular algunas preguntas, tales como:

- Consideras que el ruido es peligroso para tu salud. Entonces, ¿por qué te expones a elevados niveles sonoros al escuchar música?, ¿podrías hacer algo para reducir el riesgo?
- Cuando sales a divertirte, si te gusta socializar, *i. e.* conocer gente nueva, hablar con ella, ... ¿por qué vas a bares con la música muy alta?, ¿puedes hacer algo para evitarlo?
- Cuando estás en bares con la música muy alta e intentas hablar con tus amigos, puede que tengas que forzar mucho la voz, se te reseque la garganta y te entren ganas de beber. ¿La música alta en los bares puede ser una técnica de márketing para vender más bebidas?
- Consideras que el ruido afecta a la calidad de vida de las personas. ¿El ruido que hace la gente al divertirse disminuye la calidad de vida de las personas que residen en las zonas de bares? ¿Son compatibles el derecho al descanso con la diversión? ¿Cómo se podrían compaginar?

Como introducción previa al debate se propone realizar una breve puesta en escena en la que intervengan tres estudiantes voluntarios. Se trata de representar una conversación en un bar con un elevado nivel sonoro. Para no exponer a los participantes en la experiencia a niveles de ruido que pudieran resultarles peligrosos se suministra a los tres voluntarios auriculares de protección homologados (atenuación media de 34,5 dB). Además, reciben una hoja con las frases que deben decir. Los espectadores contemplan las dificultades para llevar la conversación y el elevado nivel de voz que emplean al tener limitada su audición.

Posteriormente, es cuando se plantea la situación contradictoria o conflicto para que los estudiantes reflexionen y puedan consensuar alguna de las soluciones que proponen.

Los comentarios, opiniones y soluciones planteadas por los alumnos a las situaciones conflictivas planteadas se recogen en el cuaderno de notas del investigador.

A3. Medidas de niveles sonoros

Esta actividad constituye la parte práctica del tratamiento educativo. Comprende la realización de dos tipos de medidas de niveles sonoros.

Las primeras se realizan en distintas localizaciones de los institutos (puntos críticos), que el investigador debe identificar en una visita previa. Con ellas se pretenden medir ruidos generados por los estudiantes durante el recreo o al transitar por los pasillos. Para no interferir en el proceso de medida deben realizarse de manera que pasen inadvertidas.

Las segundas se llevan a cabo en el aula. Consisten en la determinación del nivel sonoro medido en los auriculares de dispositivos reproductores de música que emplean los estudiantes (al volumen al que habitualmente la escucha). Los datos obtenidos se comparan con los valores de referencia para el ruido urbano (Berglund *et al.*, 1999), con

la finalidad de concienciar a los estudiantes sobre los efectos que puede tener para su salud la exposición a esos niveles sonoros.

También se mide el nivel de ruido en el interior del aula debido al tránsito de estudiantes por los pasillos. Los valores obtenidos se comparan con los objetivos de calidad acústica para ruido en interiores (Real Decreto 1367/2007; Ley 7/2010), para que sean conscientes de la importancia que tienen los ruidos que generan.

Los recursos necesarios para la realización de esta actividad son un sonómetro integrador clase 1 con su pantalla anti-viento, un calibrador acústico clase 1, un trípode, un anemómetro portátil, baterías de repuesto para la instrumentación, un reproductor MP3 con sus auriculares y ficha para el registro de datos obtenidos durante las medidas e incidencias surgidas. Si no se dispone de la instrumentación hay disponibles aplicaciones para Smartphone que simulan un sonómetro.

Los datos obtenidos, las incidencias surgidas y los comentarios de los estudiantes se registran en el cuaderno de notas del investigador.

A4. Aplicación del cuestionario de actitud.

Tras la realización de las tres actividades anteriores, en una sesión lo suficientemente alejada en el tiempo se aplica una escala Likert, diseñada *ad hoc* para evaluar la actitud de los estudiantes de bachillerato ante el problema del ruido, con el fin de comprobar la persistencia de los cambios que la intervención educativa ha tenido en la actitud. Una vez cumplimentado el cuestionario se conversa con los estudiantes para den su opinión sobre la experiencia, información que se recoge en el cuaderno de notas del investigador.

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DE AULA

Los instrumentos de recopilación de información para la evaluación, tanto cualitativa como cuantitativa, son: el cuaderno de notas del investigador, la lista de chequeo del tratamiento educativo (recursos físicos y materiales necesarios), la ficha de datos de medidas de niveles sonoros y un cuestionario de evaluación de la actitud.

En el cuaderno de notas del investigador se registra toda la información, eminentemente de carácter cualitativo, considerada necesaria para el diseño y aplicación de la propuesta de aula: datos confidenciales de los centros y del profesorado participantes, impresiones de reuniones mantenidas con los profesores, datos relacionados con la organización y logística de la intervención (fechas, lugares, horarios, número de alumnos, recursos disponibles y necesarios), opiniones y comentarios de los estudiantes en las distintas actividades e incidencias surgidas durante su realización. La finalidad de esta información es facilitar la adaptación de la propuesta a las necesidades y requisitos de los centros, así como garantizar su desarrollo, y la interpretación de los resultados obtenidos en la aplicación del cuestionario de actitud.

La lista de chequeo del tratamiento educativo es un instrumento de información destinado a contrastar la disponibilidad de todos los recursos físicos y materiales necesarios para garantizar la realización de las distintas actividades diseñadas. Incluye:

- Reconocimiento del aula o sala en la que se realiza la actividad expositiva A1 y de los recursos disponibles (prueba de la acústica de la sala, listado de recursos que aporta el centro, comprobación de compatibilidad de software y acceso a Internet).
- Identificación de puntos críticos (pasillos y patio de recreo) para la realización de la actividad practica A3. Medidas de niveles sonoros.

- La ficha de datos de medidas de niveles sonoros recoge la información generada durante la realización de la actividad práctica A3, que incluye:
 - ✓ Lista de comprobación de la instrumentación.
 - ✓ Localización de las medidas (centro, grupo, hora, lugar, presencia de obstáculos).
 - ✓ Datos de la calibración (valores esperado y obtenido).
 - ✓ Medidas de niveles sonoros (L_{eq} y $L_{pAMáx}$) en interior del centro (en pasillos y en el aula) y en exterior (patio de recreo), con y sin estudiantes.
 - ✓ Velocidad del viento (en medidas realizadas en el exterior).
 - ✓ Incidencias producidas durante la realización de las medidas.

La información cuantitativa procedente de las medidas de ruido tienen un valor informativo, su finalidad es sensibilizar a los alumnos. Se trata de que contrasten los resultados obtenidos con los valores de referencia establecidos, tanto por organismos internacionales (v. g. la OMS) como los incorporados en la legislación vigente.

Los cambios en la actitud en los estudiantes de bachillerato ante el problema de la contaminación acústica, fruto de la aplicación de la propuesta de aula, se pueden medir empleando la Escala de Ruido (instrumento de medida diseñado para tal fin accesible en <https://docs.google.com/forms/d/1ISrfai5FQlRoshJQNpFz4w1YNOetMeM7YqnIsDZLJyQ/viewform>).

BIBLIOGRAFÍA

- Aubert, A., García, C. y Racionero, S. (2009). El Aprendizaje dialógico. *Cultura y Educación*, 21, 2, pp. 129-139.
- Berglund, B., Lindvall, T. y Schwela, D. H. (1999). *Guidelines for community noise*. Organización Mundial de la Salud. Ginebra. 159 pp.
- Chen, H., Huang, M., & Wei, J. (2008). Elementary school children's knowledge and intended behavior towards hearing conservation. *Noise & Health*, 10, pp. 105-108.
- Collado Martínez, J. M. (2007). La visión del profesorado de secundaria sobre la contaminación acústica. En Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente. (Ed.). *Nuevas Tendencias en Investigaciones en Educación Ambiental*. Madrid, pp. 27-46.
- Eurobarometer, S. (2008). *Attitudes of European citizens towards the environment*. European Commission, 295. Último acceso el 9 de mayo de 2016, desde http://www.socioilologico.com/Attitudes_Europeans_MD_2007.pdf.
- Fishbein, M. y Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behaviour (An introduction to theory and research)*. New York: Addison-Wesley.
- Folmer, R. L., Griest, S. E., & Martin, W. H. (2002). Hearing conservation education programs for children: a review. *Journal of School Health*, 72, pp. 51-57.
- Gobierno de Aragón. Presidencia. (2010). Ley 7/2010, de 18 de noviembre, de protección contra la contaminación acústica de Aragón. *BOA*, 237, pp. 27600- 27654.
- Gobierno de España. Ministerio de la Presidencia. (2007). Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en

lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. *BOE*, 254, pp. 42952- 42973.

Holmes, A. E., Widen, S. E., Carver, C. L., & White, L. L. (2007). Perceived hearing status and attitudes toward noise in young adults. *American Journal of Audiology*, 16, pp. 182-189.

Jiménez-Tejada, M. P., Hódar, J. A., y González-García, F. (2012). Noise, what noise? Raising awareness of auditory health among future primary-school teachers. *Teaching and Teacher Education*, 28(8), pp. 1083-1090.

Tabla 1. Tabla resumen de la programación de la propuesta de aula.

PROPUESTA DE AULA

Objetivos de aprendizaje:

1. Conocer características físicas del sonido.
2. Reconocer los instrumentos y unidades empleados en la medida del ruido.
3. Identificar los principales efectos perjudiciales del ruido.
4. Respetar las normas de protección contra la contaminación acústica
5. Mostrar interés por colaborar en la reducción del ruido

Contenidos	Tipología
Producción, propagación y percepción del sonido	Saber
Diferencias entre sonido y ruido	Saber
Sonómetro y decibelios: instrumentación y unidades de medida del ruido	Saber
Medida de niveles sonoros	Saber hacer
Principales fuentes de contaminación acústica	Saber
Comportamiento ante el ruido	Saber ser y estar
Efectos auditivos y no auditivos (fisiológicos y psíquicos) de la contaminación acústica	Saber
Protección ante el ruido	Saber hacer
Respeto a las normas de prevención del ruido	Saber estar y ser
Legislación contra la contaminación acústica	Saber
Colaboración en la reducción del ruido	Saber estar y ser

Actividad				Metodología		Recursos
QUÉ voy o van a hacer	Objetivos	T ¹	QUIÉN Pr Al	CÓMO se va a hacer	Se hace PARA que	CON QUÉ se va a hacer
A1. El ruido: Un agente contaminante de nuestra ciudad.	1 2 3	50'	X	El profesor explica los fundamentos de la contaminación acústica. Realiza preguntas para confirmar el	Los alumnos reconozcan y comprendan el problema del ruido. El profesor verifique la comprensión y	Presentación PowerPoint, cañón de proyección, ordenador, equipo de audio y cuaderno de notas.

Actividad				Metodología		Recursos	
QUÉ voy o van a hacer	Objetivos	T ¹	QUIÉN		CÓMO se va a hacer	Se hace PARA que	CON QUÉ se va a hacer
			Pr	Al			
					grado de comprensión.	refuerce la exposición.	
A2. Debate	4 5	50'		X	El profesor aporta una serie de situaciones conflictivas respecto a la actitud ante el ruido. Los alumnos reflexionan sobre los distintos supuestos.	El profesor pueda influir en la actitud de los estudiantes. Los alumnos aporten soluciones a los problemas planteados y consensuen una solución.	Preguntas para la reflexión, texto para escenificar una conversación en un bar, auriculares de protección y cuaderno de notas.
A3. Medidas de niveles sonoros	2 3	50'	X	X	El profesor identifica los puntos críticos y realiza medidas. Los alumnos hacen algunas medidas guiados por el profesor.	Los alumnos reconozcan cómo se realiza una medida y sean conscientes de los niveles a los que se exponen al oír música.	Sonómetro, trípode, calibrador acústico, baterías de repuesto, anemómetro, ficha de datos, reproductor MP3 y auriculares.
A4. Cuestionario de evaluación la actitud ante la contaminación acústica	3 4 5	50'		X	El profesor aporta el cuestionario. Los alumnos lo cumplimentan.	El profesor compruebe la persistencia de los cambios en la actitud de los alumnos.	Cuestionario de evaluación de actitud y cuaderno de notas.

¹ Tiempo en minutos asignado para la realización de la actividad.

Evaluación de un cuestionario abierto de autorregulación de las emociones en Didáctica de las Ciencias Experimentales

Romero-Gutiérrez, M., Martínez-Chico, M., López-Gay Lucio-Villegas, R., Jiménez-Liso, M. R.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Almería.

mrjimene@ual.es

RESUMEN

Presentamos la descripción de la implementación de un cuestionario semiabierto anónimo de emociones utilizado durante el curso 2014-15 de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Universidad de Almería. La implementación del cuestionario persigue dos objetivos, el primero de ellos, docente, para hacer consciente a los estudiantes de las emociones que sienten cuando aprenden DCE; El segundo objetivo es de investigación, para identificar qué emociones sienten y en qué momentos del curso las sienten. Por ello, el cuestionario ha sido aplicado cuatro veces a lo largo del curso para analizar la evolución de las emociones. Los resultados muestran que el alumnado señala más emociones positivas que negativas y, aunque se observa una evolución desde el comienzo del curso, estas diferencias no son significativas. Por ello, proponemos mejoras para el diseño de otro cuestionario para futuras aplicaciones.

Palabras clave

Autorregulación, emociones, herramienta, didáctica de las ciencias experimentales, cuestionario semiabierto.

1. INTRODUCCIÓN

Continuamente los formadores de docentes nos preguntamos si los programas de formación inicial de docentes realmente funcionan (Martínez Chico, Jiménez Liso y López-Gay, 2014a), y qué pruebas tenemos de que funcionen o no. Esto lo pudimos comprobar cuando preguntamos mediante entrevistas a catorce formadores en DCE (Martínez Chico, Jiménez Liso y López-Gay, 2014b) sobre qué pruebas tenían de la efectividad de la formación inicial en DCE para docentes y a pesar de reconocer la importancia de evaluar la efectividad de las propuestas la mayoría reconocieron la ausencia de una propuesta de evaluación sistemática en sus cursos: “*Creo que esa es la asignatura pendiente que tenemos todos “cómo evaluar” // En este aspecto todos vamos a la deriva // Yo tengo muy pocos datos...*” (por citar tres respuestas dadas).

McNamara (2006) destaca que la buena evaluación de un programa de formación debe: comprender y mejorar la efectividad de la educación desarrollada, mejorar los mecanismos de ejecución para ser más eficientes, verificar que “lo que se está haciendo es lo que se quiere hacer” y facilitar la gestión del pensamiento sobre lo que se pretende con el programa.

En este trabajo, ahondamos en la evaluación de la efectividad de nuestra propuesta de formación inicial de maestros-as (en adelante FIM) en DCE (Martínez Chico et al.,

2014a), en relación a los dos últimos aspectos destacados por McNamara (2006), la autorregulación de emociones y su identificación con momentos clave de nuestra propuesta.

1.1. Planteando una evaluación de calidad

Normalmente las evaluaciones de las propuestas de FIM en DCE suelen quedar reducidas a las encuestas de opinión ofertadas por las propias universidades, a través de las cuales los alumnos puntúan una asignatura de acuerdo a una selección de ítem que se ofrecen: cumplimiento docente, cuestiones de organización, satisfacción general, etc. Estas *encuestas* están consideradas como un requisito institucional y debemos considerarlas como lo que son: un indicador externo de la *satisfacción del alumnado*. Por tanto, si nos conformamos con ellas la evaluación de la efectividad de nuestra propuesta de FIM seguirá siendo un proceso incompleto pues no permite ligarla con los contenidos de la asignatura. De esta manera, vemos con mayor incidencia la necesidad de una evaluación planificada de manera más sistemática, ligándola a los objetivos que se planteen, pudiendo triangular resultados cuantitativos y cualitativos que nos permitan identificar no solo situaciones o momentos concretos sucedidos en las aulas (instrumentos situacionales), sino que además nos permitan dibujar la evolución de perfiles de estudiantes a través de instrumentos que así lo persigan (Martínez Chico et al., 2014a).

Como venimos destacando en trabajos previos, con el objetivo de medir el efecto de nuestros cursos de formación inicial docente, diseñamos e implementamos una propuesta de evaluación que considera diferentes aspectos relacionados con la influencia de la formación en el conocimiento de los futuros docentes, sus concepciones (sobre ciencia, enseñanza y aprendizaje de la ciencia, etc.), así como su satisfacción con el curso; estos instrumentos de diferente índole, buscan combinar un análisis cuantitativo y cualitativo (tabla 1, Martínez-Chico, 2014).

ASPECTOS EVALUADOS	INSTRUMENTOS
<i>Evolución de las concepciones didácticas</i>	Cuestionario de concepciones didácticas
	Actividades (<i>producciones de los estudiantes</i>)
	Entrevistas individuales semi-estructuradas
	Foros diarios de clase (<i>“diarios” de los estudiantes</i>)
<i>Conocimiento Científico adquirido</i>	Cuestionario de concepciones alternativas
	Exámenes
<i>Grado de satisfacción y opiniones</i>	Encuestas de opinión
	Foro anónimo de evaluación de la asignatura (<i>solo algunos ejemplos</i>)

Tabla 1. Resumen de los instrumentos de evaluación de la efectividad propuestos.

El diseño de los instrumentos y la información recogida en ellos tienen finalidades de investigación pero también docentes pues tanto los foros online como los exámenes y otras producciones de los estudiantes tienen una finalidad formativa de autorregulación de los propios aprendizajes por parte de los estudiantes. En el curso 14-15, hemos incorporado una nueva actividad de autorregulación para los estudiantes cuyos resultados analizamos y revisamos en esta publicación: la autorregulación de las emociones y sentimientos mientras aprenden DCE.

1.2. Autorregulación de las emociones y sentimientos

Resulta paradójico que el profesorado habitualmente reduzcamos el éxito o fracaso de una sesión o de un programa formativo a las sensaciones o impresiones de lo que se vivencia en nuestras clases (Mc Dermott, 1998 citado por Viennot, 2011) y, sin embargo, la evaluación de los aprendizajes generalmente la focalicemos en los aspectos cognitivos, como por ejemplo, el desarrollo de actividades o la comprobación de los contenidos conceptuales y procedimentales de los estudiantes de FIM a través de exámenes, recogida de actividades de clase-casa, etc. (Martínez Chico et al, 2014a).

Para reconocer la importancia de considerar tanto las dimensiones cognitivas como las afectivas en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Otero, 2006) y dar respuesta a la demanda de Brígido Mero, Bermejo, Conde, Mellado Jiménez (2010) de ampliar la regulación metacognitiva con la regulación emocional, hemos añadido a las actividades de autorregulación cognitiva (KPSI, *Knowledge Previous Students Inventory*, Jorba y Sanmartí, 1994) otras de autorregulación de emociones y sentimientos en momentos concretos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Pues queremos examinar y que nuestros estudiantes autorregulen que existe una clara relación entre la enseñanza de la ciencia y las emociones de los que aprenden (ya sea positiva como negativamente) y que estas juegan un importante rol en la construcción del conocimiento didáctico del contenido, en la planificación del currículo y en las relaciones del aula (Zembylas, 2004). Con ello contribuimos a la demanda de Sutton y Wheatley (2003) de aumentar el conocimiento de las emociones del profesorado (en formación inicial o en ejercicio) al mismo tiempo que hacemos conscientes a nuestros estudiantes de FIM de las emociones que experimentan a lo largo del proceso cuando aprenden ciencias (Oosterheert y Vermunt, 2001), o en nuestro caso, Didáctica de las Ciencias con un enfoque integrado de indagación IBSE (Martínez Chico, López-Gay y Jiménez, 2013).

De acuerdo a todo lo anteriormente presentado decidimos diseñar un instrumento con formato de cuestionario semiabierto que permitiese a nuestros estudiantes (maestros-as en formación inicial) identificar las diferentes emociones que habían sentido a lo largo del curso y las posibles causas de esas emociones ligadas al aprendizaje de ciencias bajo un enfoque de enseñanza por indagación IBSE. A continuación presentamos el diseño del instrumento y los resultados obtenidos.

2. DISEÑO Y METODOLOGÍA

Con el objetivo previamente descrito de que los estudiantes sean conscientes y autorregulen qué emociones y sensaciones destacan en los momentos-clave del curso, nos planteamos el diseño de un cuestionario anónimo semiabierto sobre emociones donde solicitábamos que indicaran qué y cuándo sentían nueve emociones (5 negativas y 4 positivas, imagen 1) que fue aplicado en cuatro momentos distantes del curso (noviembre, diciembre, marzo y junio) para analizar si existía o no variación a lo largo del curso en sus emociones.

La siguiente tabla se refiere a los SENTIMIENTOS Y EMOCIONES QUE HAS PODIDO VIVIR en la sesión de hoy del curso “Didáctica de las Ciencias Experimentales I”. Indica en cada caso si has sentido o no esa emoción o sentimiento, y en caso afirmativo describe brevemente en qué situación recuerdas haberlo vivido.

RECHAZO	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Sí, lo he vivido cuando...
CONCENTRACIÓN	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Sí, lo he vivido cuando...
	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Sí, lo he vivido cuando...

Imagen 1. Fragmento del cuestionario de autorregulación de emociones

De todas las emociones posibles y sus múltiples clasificaciones y definiciones (Bisquerra Alzina, 2009; Damasio, 2005; Goleman, 1996; Marina y López Penas, 1999, etc.), en aras de simplificar y de seleccionar aquellas claramente identificables en el aula y evitando las polisemias, hemos reducido las utilizadas por Borrachero (2015), quien recoge y selecciona entre aquellas más utilizadas por diferentes autores, descartando aquellas emociones que los tres docentes encargados de la asignatura, entendimos que no tenían relación con las actividades desarrolladas durante el curso y que por tanto no tenían por qué ser preguntadas, tales como amor o enfado. Hemos mantenido la clasificación en positivas-negativas “para la enseñanza” de Borrachero (2015):

- Positivas: Satisfacción, Interés, Confianza y Concentración.
- Negativas: Insatisfacción, Rechazo, Inseguridad, Aburrimiento y Vergüenza.

Pueden encontrar el cuestionario completo en el siguiente link: <https://db.tt/SUmfdksQ>.

El cuestionario es anónimo para garantizar la confianza a la hora de responderlo. Fue implementado en el curso académico 2014-2015 de la asignatura de “Didáctica de Ciencias Experimentales I” de la Universidad de Almería. En la aplicación del cuestionario no se dio información previa a los estudiantes para evitar explicaciones innecesarias. Participaron un total de 255 estudiantes, que fueron seleccionados a través de un procedimiento de muestreo no probabilístico (que no supone selección aleatoria) de conveniencia, basado en la asistencia a clase.

El cuestionario se implementó en cuatro momentos a lo largo de la asignatura, sin periodicidad aparente, en momentos específicos en los que esperábamos obtener información relacionada con el proceso de indagación IBSE vivido:

- 4 de Noviembre, un mes después de comenzar las clases de DCE I y justo al terminar la primera secuencia IBSE (caída libre).
- 16 de Diciembre, dos días después del primer examen cuatrimestral.
- 26 de Marzo, después de terminar la segunda secuencia IBSE (Sol-Tierra descriptivo) y tras realizar una reflexión explícita sobre las características de los ciclos IBSE.
- 2 de Junio, tras el último examen, cuando la indagación basada en modelos (Sol-Tierra explicativo-predictivo) ya había sido desarrollada y los estudiantes la habían usado para construir sus modelos.

A partir de la implementación de la herramienta hemos podido verificar su funcionalidad.

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el gráfico 1 mostramos la comparación de las emociones señaladas (o no) por los estudiantes en los cuatro momentos de aplicación del cuestionario (nov, dic, mar, jun).

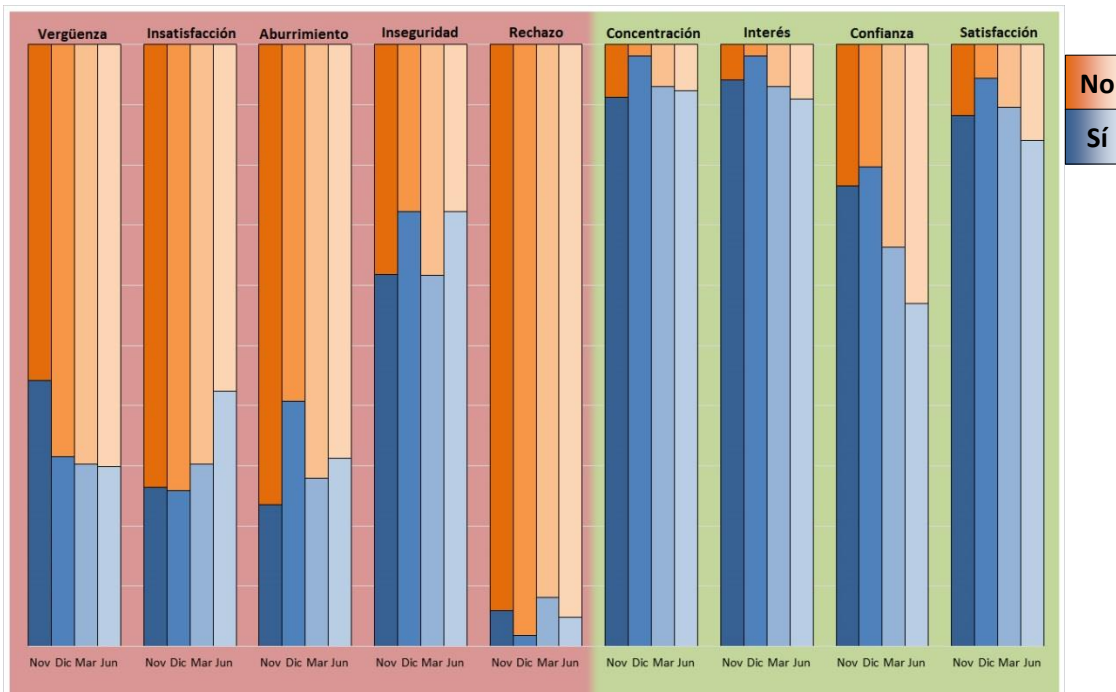


Gráfico 1. Porcentaje de las emociones sentidas por los estudiantes en los diferentes momentos (Adaptado de Romero et. al. en prensa).

En el gráfico 1 podemos observar, grosso modo, que existe un mayor porcentaje de alumnos que dijeron experimentar emociones positivas (concentración, interés, confianza, satisfacción) que negativas (rechazo, insatisfacción, aburrimiento y vergüenza), con la excepción de Inseguridad (negativa) en la que la proporción de estudiantes que dijeron sentir esta emoción es mayor que la de aquellos que declararon no sentirla.

En función de los porcentajes obtenidos, al menos el 85% de los estudiantes declararon sentir tres emociones positivas (concentración, interés y satisfacción) en los cuatro momentos de aplicación del cuestionario. La confianza y la inseguridad fueron señaladas por aproximadamente el 65% de los estudiantes a lo largo de las cuatro tomas. Tres de las emociones negativas (vergüenza, insatisfacción y aburrimiento) fueron elegidas en torno al 30% de los estudiantes y, en último lugar, el rechazo fue señalado solo por el 9% de los estudiantes encuestados.

La evolución de las emociones sentidas parece indicar que las emociones positivas decaen un poco conforme avanza el curso, sobre todo, seguridad que la caída al final en junio parece amplia y esto parece concurrir con el aumento de inseguridad e insatisfacción al final del curso.

Para determinar si existen diferencias significativas entre las respuestas de los estudiantes a lo largo del curso, decidimos realizar un contraste de hipótesis basado en el *Análisis de Varianza* (ANOVA), usando una *prueba chi-cuadrado*, para más de dos muestras independientes (con variables nominales), permitiéndonos contrastar hipótesis sobre la igualdad de más de dos proporciones para muestras independientes, de esta manera

nuestra hipótesis nula sería: “no existen diferencias entre las respuestas de los alumnos a lo largo del año”, y la hipótesis alternativa: “sí existen diferencias entre las respuestas”. Se ha impuesto un margen de error del 5% (intervalo de confianza del 95%), por lo que aceptamos la hipótesis alterna siempre que el nivel de significación (p) sea menor o igual a 0,05. En la tabla 2 mostramos los principales resultados:

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Rechazo	Entre grupos	,289	3	,096	1,722	,162
	Dentro de grupos	17,576	314	,056		
	Total	17,865	317			
Concentración	Entre grupos	,207	3	,069	1,228	,300
	Dentro de grupos	17,658	314	,056		
	Total	17,865	317			
Inseguridad	Entre grupos	,786	3	,262	1,221	,302
	Dentro de grupos	67,393	314	,215		
	Total	68,179	317			
Interés	Entre grupos	,266	3	,089	1,377	,250
	Dentro de grupos	20,212	314	,064		
	Total	20,478	317			
Aburrimiento	Entre grupos	,812	3	,271	1,283	,280
	Dentro de grupos	66,207	314	,211		
	Total	67,019	317			
Confianza	Entre grupos	,535	3	,178	,893	,445
	Dentro de grupos	62,663	314	,200		
	Total	63,198	317			
Satisfacción	Entre grupos	,307	3	,102	1,042	,374
	Dentro de grupos	30,841	314	,098		
	Total	31,148	317			
Insatisfacción	Entre grupos	1,511	3	,504	2,255	,082
	Dentro de grupos	70,128	314	,223		
	Total	71,638	317			
Vergüenza	Entre grupos	,531	3	,177	,804	,492
	Dentro de grupos	69,108	314	,220		
	Total	69,638	317			

Tabla 2. Resultados del Análisis ANOVA.

Tal y como podemos observar en el ANOVA, el valor de Significación (Sig., última columna de la tabla 2) supera el valor de 0,05, por lo que aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis de alterna.

La extensión de este trabajo no nos permite incorporar el análisis de los datos cualitativos (respuestas abiertas de los estudiantes) que mostraremos en la exposición oral pero sí podemos adelantar que la mayoría de las respuestas abiertas no hacen referencia explícita de momentos concretos de la secuencia de enseñanza-aprendizaje vivida, sino a recuerdos generales de los alumnos vividos a lo largo del curso, por ejemplo:

Vergüenza (Noviembre): “*Me despistaba y el profesor llamaba mi atención*”

Insatisfacción (Junio): “*No me parecía un tema interesante*”

Aburrimiento (Febrero): “*Lo que se habla en clase no me está enseñando nada que pueda poner en práctica*”

Inseguridad (Junio): “*Ha mandado tarea y no sabía hacerla*”

Rechazo (Noviembre): “*En ocasiones el profesor dejaba a los alumnos en evidencia delante de los compañeros*”

Concentración (Febrero): “*Me interesa mucho lo que se está explicando*”

Interés (Febrero): “*Explicamos ejercicios cotidianos para entenderlos*”

Confianza (Febrero): “*El trato profesor-alumno es cordial y amistoso*”

Satisfacción (Febrero): “*Damos la clase de esta manera, ya que se me hacen más breves*”

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El cuestionario diseñado nos ofrece una variedad de datos útiles sobre las emociones sentidas por los futuros maestros en DCE, pudiendo percibir como existe una variación entre las emociones y sentimientos que los estudiantes dicen haber sentido por cada mes de aplicación, así como una cierta coherencia entre la frecuencia de afirmaciones de emociones positivas frente a la frecuencia de negaciones de emociones y sentimientos negativos. De esta relación podemos concluir que a lo largo del curso reconocen percibir más emociones positivas que negativas hacia la materia de DCE y su aprendizaje.

Sin embargo, los datos que nos ofrece el cuestionario no nos sirven para resolver otro de los objetivos que pretendíamos responder pues al aceptar la hipótesis nula del ANOVA tenemos que admitir que las variaciones entre las emociones vividas cada mes no resultan estadísticamente significativas.

Respecto a los datos cualitativos (respuestas abiertas) obtenidos, podemos observar cómo la elección de las emociones y sentimientos resultan no ser situacionales, si no que se basan más en recuerdos globales o eventos ocurridos meses atrás que en menciones concretas a situaciones más próximas a la fecha de aplicación del cuestionario. A pesar de ello, estas respuestas cualitativas han sido clasificadas y están siendo estudiadas ofertando información relevante que destacaremos en la exposición oral.

Por último, a modo de agenda de investigación futura, informamos que actualmente nos encontramos desarrollando e implementando un nuevo cuestionario donde se han especificado los momentos sobre los que queremos que los estudiantes realicen su reflexión, tanto del proceso de indagación como de las actividades realizadas en clase, solicitándoles la causa de la emoción vivida-sentida.

5. AGRADECIMIENTOS

Proyecto SENSOCIENCIA (P2011-SEJ-7385). <http://www.sensociencia.com> Proyecto de excelencia financiado por la Junta de Andalucía.

BIBLIOGRAFÍA

- Bisquerra Alzina, R. (2009). *Psicopedagogía de las emociones*. Madrid: Síntesis.
- Borrachero Cortés, A. B. (2015). Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en Educación Secundaria. *Unpublished doctoral dissertation*, Universidad de Extremadura, España.
- Brígido Mero, M., Bermejo, M. L., Conde, M. C., y Mellado Jiménez, V. (2010). The emotions in teaching and learning nature sciences and physics/chemistry in pre-service primary teachers. *US-China Education Review*, 7(12), 25–32.
- Damasio, A. (2005). *En busca de Spinoza. Neurobiología de la emoción y los sentimientos*. Barcelona: Crítica.

- Goleman, D. (1996). *Inteligencia emocional*. Barcelona: Kairós.
- Jorba, J., y Sanmartí, N. (1994). Enseñar, aprender y evaluar: Un proceso de regulación continua. Els llibres de l'ICE de la UAB. Barcelona: Ministerio de Educación y Cultura.
- Marina, J. A., y López Penas, M. (1999). Diccionario de los sentimientos. Barcelona: Anagrama.
- Martínez Chico, M. (2014). Formación inicial de maestros para la enseñanza de las ciencias. Diseño, implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza. In *XXV Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 32, pp. 295–296).
- Martínez Chico, M., Jiménez Liso, M. R., y López-Gay, R. (2014a). 16. ¿Nuestra propuesta de formación inicial de maestros en Didáctica de las Ciencias Experimentales funciona?. De las sensaciones a las pruebas. In *26 Encuentros de didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 126–134). Huelva: Universidad de Huelva.
- Martínez Chico, M., Jiménez Liso, M. R., y López-Gay, R. (2014b). La indagación en las propuestas de formación inicial de maestros: análisis de entrevistas a los formadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales. *Enseñanza de Las Ciencias*, 32(3), 591–608.
- Martínez Chico, M., López-Gay, R., y Jiménez Liso, M. R. (2013). Design and Implementation of an Initial Primary Teachers Training Course through Model-Based Inquiry. In *International Conference: New Perspectives in Science Education 2nd Ed.* (Conferencia). Florencia: Libreriauniversitaria.it.
- Martínez Chico, M., Jiménez Liso, M. R., López-Gay, R., y Romero Gutiérrez, M. (2016). Self-regulation of emotions and feelings: Towards a more complete evaluation of pre-service primary teacher training in science education. In Pixel (Ed.), *New Perspectives in Science Education, Conference Proceedings 2016*. Florence, Italy: Libreria Universitaria Edizioni.
- McNamara, C. (2006). *Field Guide to Nonprofit Program Design, Marketing and Evaluation*. Minneapolis: Authenticity Consulting, LLC.
- Otero, M. R. (2006). Emotions, feelings, and reasoning in science education. *Revista electrónica de investigación en educación de las ciencias*, 1(1), 24-53.
- Oosterheert, I. E., y Vermunt, J. D. (2001). Individual differences in learning to teach: Relating cognition, regulation and affect. *Learning and Instruction*, 11(2), 133-156.
- Sutton, R. E., y Wheatley, K. F. (2003). Teachers' emotions and teaching: A review of the literature and directions for future research. *Educational Psychology Review*, 15(4), 327-358.
- Viennot, L. (2011). Els molts reptes d'un ensenyament de les Ciències basat en la indagació: ens aportaran múltiples beneficis en l'aprenentatge? *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, 18, 22-36.
- Zembylas, M. (2004). Emotional issues in teaching science: A case study of a teacher's views. *Research in Science Education*, 34(4), 343-364.

Trabajando la modelización mediante Cajas Negras en la formación inicial de maestros

Solís-Espallargas, C.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada
carmensolis@ugr.es*

RESUMEN

En este trabajo se sugiere, en primer lugar, el interés de la modelización como contenido a incluir en la formación de maestros y maestras en el campo de la didáctica de las ciencias y como estrategia mediante la que estos deberían aprender. En segundo lugar, se analiza la propuesta didáctica de la “Caja negra” como actividad de enseñanza-aprendizaje para el abordaje de destrezas en procesos de modelización en la clase de ciencias. Finalmente se discute la validez de la propuesta para el aprendizaje y evolución de la competencia de modelización.

Palabras claves: Caja negra, modelización, pensamiento modelizador, formación de maestros, enseñanza de las ciencias.

1. INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

Los modelos juegan un papel esencial en el aprendizaje de las ciencias, ya sea para describir, explicar o predecir fenómenos, como también para comprender los modelos formales que se estudian a través de los contenidos escolares (Vosniadou, 1994; Grosslight, Under, Jay y Smith, 1991, Reiner y Gilbert, 2000; Solsona, Izquierdo y Gutiérrez, 2000).

Sin embargo, por un lado, estudios como el de Justi y Gilbert (2000) plantean que en la escuela existe aún una baja dedicación a la enseñanza sobre cómo construir modelos. Por otro lado, los maestros de primaria en formación inicial, al menos en el contexto español, suelen adolecer de importantes carencias en su formación científica, dado que gran parte de ellos proviene de opciones no científicas de bachillerato, y el currículum de los estudios del Grado de Maestro contiene un escaso, cuando no inexistente, bagaje de asignaturas de ciencias en su plan de estudios. Por ello, resulta a veces ardua la tarea de contextualizar este tipo de capacidades dentro del aprendizaje de contenidos curriculares de ciencias, propiamente dicho, al resultar difícil focalizar simultáneamente la atención del alumnado tanto en el contenido de los modelos que ha de aprender como en las capacidades y valores que pone en juego para ellos, lo que exigiría un esfuerzo adicional metacognitivo, o si se prefiere de metamodelización (diSessa, 2004; Grob, Beerenwinkel, Haselhofer, Holmeier, Stübi, Tsvitanidou y Labudde, 2014).

Es por ello por lo que, en este trabajo, se sugiere la modelización como contenido necesario a incluir en la formación de maestros y maestras en el campo de la didáctica de las ciencias y como práctica común a través de la cual aprender ciencias.

El aprendizaje de la modelización, que para algunos mantiene el estatus de una competencia (López y Costa, 2007), requiere el desarrollo de una serie de destrezas y valores epistémicos (Grosslight et al., 1991; Van Driel y Verloop, 1999; Harrison y Treagust, 2000; Justi y Gilbert, 2002). Más concretamente abarca una componente

representacional y otra metarrepresentacional. La primera de ellas entendida como el conjunto de habilidades y prácticas que permiten a una persona usar reflexivamente una variedad de representaciones o visualizaciones, así como pensar, comunicarse y actuar sobre los fenómenos químicos a partir de procesos y entidades físicas subyacentes (Kozma y Russell, 1997). Y la segunda como la habilidad para criticar representaciones y comprender los propósitos de cada una de ellas, al objeto de seleccionar representaciones apropiadas, e inventar otras nuevas (diSessa, 2004).

Para soslayar estas dificultades se han propuesto desde la literatura distintos recursos e instrumentos con el fin de facilitar la comprensión sobre qué es un modelo y en qué consiste la actividad de modelizar. Entre ellos se encuentra el titulado “La Caja negra” que tiene como objetivo que los estudiantes desarrollen destrezas relacionadas con la construcción de modelos a partir de su labor de indagación en torno al contenido de una caja cerrada, que pueden manipular pero no abrir.

La Caja negra es una actividad desarrollada entre otros por Haber-Schaim et al. (1973), la cual persigue introducir el concepto de modelo, vivenciar el proceso de modelado y relacionar los conceptos de hipótesis, experimento y modelo. En otras investigaciones, siguiendo los mismos objetivos, se han planteado una variedad de cajas negras como el proyecto MUSE (2002) (Cartier, 2000; Raviolo, Ramírez y López, 2010) en los que las cajas negras se han utilizado entre otros fines, como analogías para el estudio de cuestiones relacionadas con la naturaleza de la ciencia. Por nuestra parte, también se ha hecho uso de este recurso en un estudio anterior (Solís-Espallargas, Escriva y Rivero, 2014), aunque con objeto de aportar un marco contextual sencillo para trabajar con los maestros y maestras en formación procesos de indagación científica, o si se prefiere las características de la metodología científica.

En este trabajo, sin embargo, el uso de la Caja negra se plantea como una oportunidad para ilustrar su valor en el desarrollo de destrezas relacionadas con la competencia para modelar. El estudio se dirige, pues, a presentar evidencias que muestren cómo la implementación de la propuesta con Caja negra constituye un marco estimulante para la implicación de los futuros maestros y maestras en procesos de modelización, propiciando así el desarrollo de esta competencia.

2. ESCENARIO FORMATIVO PARA EL USO DE LAS CAJAS NEGRAS

La experiencia se sitúa en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales en segundo curso del Grado de Educación Primaria en la Universidad de XXX. Dicha propuesta se llevó a cabo a lo largo de 6 sesiones de 2 horas de duración, en la que participaron 60 maestras y maestros en formación.

La actividad se centró principalmente en el desarrollo de destrezas relacionadas con la competencia para modelar. Para ello, se entregó a los estudiantes una Caja negra para el diseño con cierta autonomía de un modelo sobre su composición y organización interna.

La Caja negra se entregó herméticamente cerrada. Posee un tamaño de 50x40x20 cm con pequeñas perforaciones y ventanas cubiertas de papel celofán para imposibilitar la observación directa de su interior. Estaba compuesta por quince elementos elegidos y organizados de forma que el uso de los sentidos fuese un punto importante para el establecimiento de hipótesis. Por ello la caja contiene elementos que ofrecen olores, sonidos y movimientos internos. Tras el proceso de indagación por equipos sobre la composición y organización de la Caja negra elaboraron un informe de conclusiones sobre los aprendizajes llevados a cabo en la actividad.

3. METODOLOGÍA

La metodología empleada en el análisis de la experiencia se enmarca en una metodología naturalista, de corte cualitativo, a modo de estudio de caso, con componentes importantes de investigación acción, por cuanto los resultados analizados se convierten en implicaciones que enriquecen el diseño de la experiencia y su implementación futura.

Para la evaluación de la experiencia nos hemos centrado en analizar qué destrezas de la modelización pueden llegar a abordarse con el uso de la Caja Negra.

Un elevado porcentaje de la muestra total procede de la modalidad de bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales. La muestra cursó el año anterior las asignaturas de ciencias: Fundamentos de Ciencias Naturales I y II, Fundamentos de Ciencia de la Materia y Matemáticas.

El tratamiento cualitativo de los datos se ha realizado sobre la base de la información recopilada mediante informes de los estudiantes, diario del docente y grabaciones en vídeo de aula. Se han analizado datos procedentes de descripciones, dibujos y diálogos que nos ha permitido mediante una serie de dimensiones evaluar la experiencia desarrollada.

Basándonos en una adaptación de estudios anteriores (Oliva, Aragón y Cuesta, 2015) se han delimitado cuatro dimensiones distintas vinculadas a destrezas relacionadas con el acto de modelizar. La tabla 1 recoge la denominación de estas dimensiones junto a una breve descripción de cada una de ellas. Estas servirán como indicadores de los procesos de modelización practicados a lo largo de la experiencia.

Dimensión	Descripción
D1: Expresar modelos	Esta dimensión se relaciona con la comunicación oral o escrita de los modelos de los que se dispone en un momento dado. Para ello se puede recurrir al lenguaje verbal o utilizar dibujos, códigos y signos.
D2: Uso de modelos	Los modelos del que uno dispone, deben de servir para explicar fenómenos, así como para plantear hipótesis y predicciones sobre qué puede suceder en un momento dado.
D3: Análisis crítico de los modelos	Se trata de movilizar destrezas para evaluar datos a favor y en contra de los modelos que se mantienen. Saber usar pruebas y argumentar, detectar tanto los logros como las limitaciones de los modelos de que se dispone, o argumentar a favor o en contra de un determinado modelo, resulta una destreza clave.
D4: Replanteamiento y mejora de los modelos sostenidos	Se relaciona con la destreza para modificar e introducir cambios en un modelo; o llegado el caso con la capacidad de cambiarlo por otro modelo distinto, ya sea fruto de un proceso de descubrimiento personal o de apropiación significativa de un modelo construido por otro.

Tabla 1. Dimensiones empleadas para analizar la información recopilada

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se caracteriza el desarrollo de la experiencia clasificando la información recopilada de acuerdo a cada una de las dimensiones definidas. Se trata de aportar evidencias acerca de la contribución de la misma en el desarrollo de las diferentes dimensiones consideradas.

4.1 La expresión de modelos

En diversas ocasiones los estudiantes defendieron de forma argumentada sus modelos ante otros equipos. Para ello el uso del lenguaje verbal como medio de expresión y

comunicación fue una constante que marcó el modo de trabajo del alumnado, tanto en pequeño como en gran grupo. Como ejemplo presentamos una transcripción procedente de una de las grabaciones, en la que un equipo expone y argumenta su modelo al conjunto de la clase:

“Nos ha costado mucho averiguar qué tiene la caja, gracias a la linterna hemos podido saber algunas cosas de la caja. Cuando hemos alumbrado los orificios hemos observado que existe un ambientador, también hemos visto unas cuerdas alrededor de la caja. Parece que hay compartimentos, hemos visto que en una esquina hay algo que lo separa, pero no hay otra caja dentro, que fue una de las hipótesis que teníamos. Hay una esponja, bueno, un estropajo. También hay colgada una bola que se ve como se mueve, pero está colgada. Hay un cartón y dentro está el espejo, ya que hemos metido una aguja. Por último creemos que en el interior hay un sonajero, ya que suena” (Video 3- 16-1-2014, Esperanza).

Puede apreciarse que el discurso entablado por los estudiantes, no solo recurría a representaciones estáticas de los modelos mantenidos en un momento dado, sino también a observaciones y experimentos realizados para contrastar sus expectativas. Es importante reseñar este aspecto para resaltar el valor de este recurso como instrumento con el que los estudiantes pueden interactuar para indagar en torno a él para contrastar sus modelos, y en torno al cual poder desarrollar una dinámica argumentativa mediante el lenguaje verbal y por último para afianzar o refutar detalles particulares de los modelos construidos.

No obstante, la expresión oral no fue la única que contribuyó en esta dirección, sino que también el discurso escrito resultó útil para verbalizar ideas y desencadenar dinámicas argumentativas a través de los informes. Como prueba de ello se muestra el siguiente comentario en el que se exponen argumentos realizados por una alumna para justificar sus hipótesis iniciales:

“Según el planteamiento inicial, el equipo intentó averiguar el contenido de la caja sirviéndose únicamente de la observación, el uso de los sentidos y la opinión del grupo. Así se llegó a la conclusión de que la caja estaba llena de piruletas, ya que no podíamos observar nítidamente el contenido por las ranuras de papel charol y contábamos solo con el olor que desprendía. No solo podríamos hablar de la hipótesis de que la caja estaba llena de piruletas fue realizada a través de los sentidos, fue importante el convencimiento por parte del grupo de que, la forma en que se nos presentaba la actividad (el contexto), tenía que suponer un objeto material para toda la clase. Por tanto, al no disponer en un principio de recursos materiales que nos sirvieran para tener conclusiones coherentes, nos guiamos de la intuición general del equipo “(Portafolio de Sofía).

Tanto en estos casos, como en los expresados oralmente, las descripciones que hizo el alumnado de sus modelos, se vinculaban con datos y pruebas que parecían apoyar sus suposiciones.

Pero, además del lenguaje verbal, ya fuese en formato oral o escrito, los alumnos tuvieron ocasión de expresar los modelos desarrollados mediante códigos visuales. En primer lugar destacamos el protagonismo que cobraron los dibujos como instrumentos para la construcción de modelos, ya que ha permitido plasmar en representaciones gráficas, ideas preconcebidas a lo largo de todo el proceso de investigación y construcción del modelo de la Caja. En la figura 1 se exponen algunos dibujos de estudiantes sobre sus hipótesis de partida.

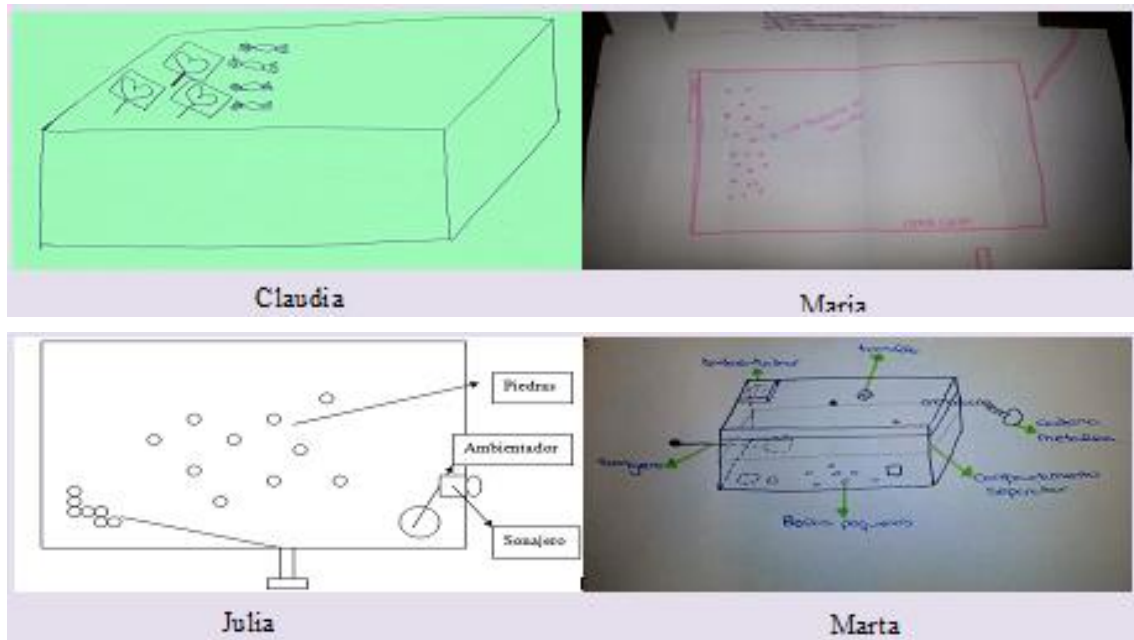


Figura 1: Primeras representaciones mediante dibujo realizadas por el alumnado respecto al contenido de las cajas.

En los dibujos puede apreciarse distintos formatos de representación. En unos casos se recurre a proyecciones bidimensionales, en un plano, mientras que en otros se realiza mediante dibujos tridimensionales. Por otro lado, aunque la mayoría de veces se emplean símbolos icónicos modales, como la cadena, el tornillo o, incluso, el sonajero, en el esquema de Marta, en otros se recurría a íconos amodales, como ocurre con Julia en donde los círculos pequeños representan piedras, un cuadrado el sonajero o un círculo grande el ambientador. En todos los casos, puede verse que los dibujos van acompañados de palabras o pequeñas frases aclaratorias, y otros códigos, principalmente flechas, al objeto de conectar el lenguaje icónico y el verbal.

Esta oportunidad de practicar destrezas de expresión fue reconocida por los propios participantes, quienes veían en la actividad desarrollada una ocasión para desarrollar este aspecto. En esta línea, la estudiante Carmen describe en su informe:

“La actividad nos ha permitido desarrollar actitudes y destrezas prácticas como dibujar, se estimula nuestra imaginación, y por supuesto la adquisición de nuevos conocimientos después de todo el proceso de investigación” (Carmen).

Como se ha tenido ocasión de ver, una gran parte de la labor emprendida por el alumnado con la Caja ha consistido en el uso de distintos códigos de lenguaje para expresar los modelos en vigor en cada momento. No obstante, al lado de una componente más descriptiva, subyacen también componentes explicativos y predictivos en muchos de las expresiones usadas. De este modo, el uso tanto del lenguaje verbal como pictórico, ha servido para explicar acontecimientos y para buscar un balance entre sus expectativas y lo experimentado, con lo que puede decirse que una parte importante del trabajo que realizaron los estudiantes estuvo relacionado con el uso y aplicación de los modelos desarrollados.

4.2. El uso de los modelos elaborados

Los modelos elaborados no solo se formularon de un modo descriptivo, sino que se tradujeron también en hipótesis iniciales sobre el contenido de la Caja y su organización interna:

“Pensé que había caramelos porque los olía y además porque fue lo primero que creí que podía contener una caja envuelta en papel de regalo. Al agitar la caja suavemente me daba la sensación de que la caja oscura también contenía otra caja más pequeña dentro, y a su vez granos de arroz por el sonido que hacían los elementos interiores de la caja al chocar con los laterales de la misma” (Portafolio de Marta).

Al hilo de ello, los estudiantes tenían luego la oportunidad de tocar, mover, escuchar, oler, etc., por lo que el uso de los sentidos resultó fundamental para evaluar la validez de las predicciones:

“La primera hipótesis sobre el contenido de la caja corresponde a la primera toma de contacto con esta, por lo que todos los intentos de descubrir que contiene están basados tanto en la imaginación e intuición sobre lo que puede contener y que esté relacionado algunos sentidos principalmente el tacto y el oído, de ahí a un dibujo con elementos tan generales. Los detalles de los caramelos se basa en que a lo único seguro que llegamos es que la caja tenía un buen olor.” (Portafolio de Antonia)

Además, la interpretación de información fue una destreza complementaria a la anterior, ya que ayudó en muchos casos a dar un sentido a las inferencias realizadas sobre los datos que los estudiantes iban registrando mediante sus observaciones y experimentaciones para la elaboración de su modelo de Caja. Esta se apoyaba normalmente en los modelos disponibles en cada momento, dado que cualquier interpretación está sujeta a un modelo de partida. Ello no quita que, a su vez, el proceso de interpretación adquiera un sentido dinámico, al servir también para enriquecer el modelo de partida que iría viendo ampliado sus límites:

“Procedemos a realizar un segundo experimento en el que utilizamos herramientas que pensamos que nos aportarían nuevos conocimientos sobre la caja. Para ello utilizamos un imán, una linterna y unos palos finos que penetran por el orificio sin dañar la caja. La utilización del imán en la caja nos confirma que en su contenido existen pequeños objetos metálicos y sueltos. La utilización de la linterna no nos proporciona gran cosa, pero el hecho de que la luz no se expanda en su interior, al mirar por otros orificios, nos hace pensar que la caja está dividida en compartimentos. La utilización de los palos finos y largos nos permite comprobar que en el interior existe un objeto con textura esponjosa y adherida a la base, puesto que el palillo profundiza en el objeto como si fuera goma espuma. Además, confirmamos que existe un espejo frente a un orificio lateral en el que podemos ver el reflejo” (Portafolio de Enrique).

Puede apreciarse que el modelo inicial que este alumno había desarrollado interaccionaba con la nueva información recogida, posibilitando la realización de nuevas inferencias. Cabe también resaltar que mientras, en algunos casos, se accedía a la información buscada a través de procedimientos de observación o agitación de la Caja, en otros casos se recurría a procedimientos más invasivos como la introducción de objetos, con el fin de comprobar la respuesta que aportaban al tacto los elementos alojados en su interior.

4.3 Revisando críticamente los modelos elaborados

A lo largo del proceso de investigación se han movilizadas destrezas relacionadas con la evaluación crítica de los modelos que se iban construyendo, aportando datos a favor o en contra de las tesis que se formulaban. En determinadas fases dicha actividad evaluativa llegó a comportar el desarrollo de procesos argumentativos, sobre todo en la fase de elaboración de conclusiones del equipo, en la que se solicitaba llegar a un consenso dentro del grupo y en el momento de la puesta en común, en el que cada grupo tuvo que defender ante el resto de la clase el modelo elaborado:

“Tras poner en común los datos de cada miembro del grupo, decidimos describir la caja de la siguiente forma:…Todos hemos llegado a la conclusión de que existe una esponja justo debajo de uno de los orificios superiores. Algunas compañeras han conseguido localizar un espejo en el interior, al mirar por el agujero lateral observan que se les refleja el propio ojo en el interior. Se acuerda también la hipótesis de que justo ahí también hay un compartimento que lo separa del resto de la caja…Otras hipótesis comunes acordadas son: el ambientador bajo el grupo de orificios superiores, unión en el interior del tornillo lateral y cadena superior, elemento que suena tipo sonajero unido a la bola de corcho que

sobresale por otro de los laterales, compartimento que aísla la zona inferior de la superior, ya que al volcar la caja, los elementos sueltos que hay en el fondo no caen hacia arriba” (Portafolio de Marta).

Puede apreciarse a través de estas líneas, cómo los estudiantes reflexionaron de forma explícita en sus informes no solo sobre los frutos del consenso alcanzado dentro del grupo, sino también en torno a algunas de las pruebas empleadas para sostener detalles concretos del modelo elaborado. Dicha reflexión es clave en los procesos de argumentación científica, como bien se ha venido a mostrar en la bibliografía existente (Jiménez-Aleixandre et al. 2009; Jiménez-Aleixandre y Puig, 2013). En el mismo acto de generar y probar las alternativas, los estudiantes ejercitan y por consiguiente, desarrollan tanto sus destrezas creativas como de pensamiento crítico científico (Lawson, 1993). En esta línea algunos estudiantes, como Belén, reconocen lo aprendido resaltando el trabajo realizado desde esta mirada crítica:

“Esta actividad nos ha permitido elegir nuestro propio criterio y tener una actitud crítica. Tras las investigaciones hemos podido elegir y defender nuestras hipótesis. Al comparar nuestras opciones pudimos desarrollarlas y evaluarlas para elegir finalmente la opción más acorde a las investigaciones realizadas” (Belén).

El trabajo con el enfoque crítico conecta con un aspecto importante del aprendizaje de las ciencias al desarrollar destrezas para enjuiciar los modelos mentales propios que uno posee y estar dispuestos a cambiarlos o hacerlos evolucionar (Oliva, 2009), en la línea de la predisposición al cambio la estudiante Diana manifiesta;

“Hemos adquirido y utilizado el pensamiento crítico para concretar o eliminar aquellas hipótesis propuestas inicialmente” (Diana).

Por último, el pensamiento crítico también permite comprender las limitaciones y el carácter aproximativo de los modelos científicos, ayudando a superar visiones absolutistas sobre de la realidad (Ben-zvi y Gemut, 1998). A estos aspectos nos referiremos particularmente luego al abordar los valores epistémicos movilizados en la experiencia.

4.4 El replanteamiento y mejora de los modelos existentes

El diseño de esta experiencia estaba pensado para que, a lo largo de la investigación, los estudiantes tuvieran momentos para repensar los modelos que estaban construyendo así como para modificarlos e incluso elaborar otros nuevos. Esto ha fomentado el desarrollo de destrezas necesarias para introducir cambios parciales en los modelos o para asumir otro modelo distinto, ya sea fruto de un proceso de descubrimiento personal o a través de la apropiación significativa de un modelo construido por otro.

Este efecto de progresión en los modelos elaborados por los grupos, fue posible gracias a que, en todo momento, la metodología de trabajo propiciada durante la experiencia otorgaba el protagonismo central a los estudiantes, fomentando así su iniciativa, su autonomía personal y su capacidad para la toma de decisiones. Todo lo cual conformó un caldo de cultivo interesante para el desarrollo de la creatividad, la cual hemos de entenderla no solo como un proceso interno e individual, sino fruto de un trabajo colectivo. Por otro lado, también las interacciones entre los diferentes equipos proporcionaron oportunidades para procesos de revisión y reestructuración de los modelos construidos:

“Nosotros después de escuchar a los otros compañeros hemos resuelto ciertas dudas y han aparecido otras que no teníamos en cuenta. Por ejemplo pensábamos que había compartimentos y hemos escuchado a los otros equipos que dicen que no hay compartimentos en la caja.”(Videos 3-4 16-1-2014, Manuel).

Puede apreciarse en este caso, que el intercambio de opiniones entre grupos sirvió en ocasiones para suscitar dudas en torno a aquello que se creía, movilizando a partir de ahí

nuevos procesos de indagación que, a la larga, contribuirían a enriquecer o reestructurar los modelos elaborados. Esta posibilidad de mejorar un modelo o de cambiarlo por otro más avanzado, no es posible si los alumnos no desarrollan a la vez conocimientos y valores epistémicos en torno a la naturaleza de los modelos. Cuestión que hemos recogido en otras investigaciones.

5. CONCLUSIONES

Como hemos venido mostrando a lo largo del artículo, concluimos que el recurso de la Caja negra ha supuesto una herramienta útil para el aprendizaje de la modelización. De este modo, los alumnos han tenido ocasión de expresar y usar los modelos que mantenían, pensar críticamente en torno a la validez y alcance de éstos e introducir ajustes y cambios en los modelos puestos en juego.

En este sentido, la metodología empleada ha sido determinante para que los estudiantes tomaran protagonismo y el proceso de modelización se desarrollara de forma autónoma. Tanto el uso de guiones de reflexión para la elaboración del informe final, así como los dibujos en diferentes momentos del proceso, han supuesto una herramienta útil para la reflexión individual y grupal que ha facilitado a los futuros maestros la toma de conciencia sobre cómo ha sido su evolución y el aprendizaje realizado.

Por otro lado, comentar que tanto la puesta en práctica como la evaluación de la Caja negra como recurso en formación inicial de maestros, ha supuesto un reto con el fin de ofrecer un instrumento válido que, con sus limitaciones, ayude al aprendizaje y a la evolución de los modelos explicativos de los estudiantes así como explicitar qué destrezas se pueden trabajar con esta experiencia. Pero no sólo el fin último es la intención de mejorar sus competencias modelizadoras, sino que, en sí misma, la experiencia de la Caja negra constituye una propuesta didáctica transferible para trabajar las competencias del alumnado de primaria y de otros niveles educativos ante el acto de modelar.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ben-Zvi, N. Y Gemut, S. (1998). Uses and limitations of scientific models: the Periodic Table as an inductive tool. *International Journal of Science Education*, 20(3), 351-360
- diSessa, A. A. (2004). Metarepresentation: Native competence and targets for instruction. *Cognition and Instruction*, 22, 293-331.
- Grob, R., Beerenwinkel, A., Haselhofer, M., Holmeier, M., Stübi, C., Tsivitanidou, O., & Labudde, P. (2014). Description of the ASSIST-ME assessment methods and competences (ASSIST-ME Deliverable D4. 7).
- Grosslight, L.; Unger, C.; Jay, E., y Smith, C. (1991). Understanding models and their use in science conceptions of middle and high school teachers and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 799-882.
- Haber-Schaim, U. et al. (1973). *Curso de introducción a las ciencias físicas. IPS Nivel intermedio*. Barcelona: Reverté.
- Harrison, A.G. y Treagust, D.F. (2000). A tipology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Justi, R. y Gilbert, J.K. (2002). Modelling teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.

- Kozma, R. B., y Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of research in science teaching*, 34(9), 949-968.
- Lopez, J.B. y Costa, N. (2007). The evaluation of modelling Competences: difficulties and potentials for the learning of the sciences. *International Journal of Science Education*, 29(7), 811–851.
- Oliva, J. M., y Aragón, M. (2009). Aportaciones de las analogías al desarrollo de pensamiento modelizador de los alumnos en química. *Educación química*, 20(1), 41-54.
- Oliva, J. M., del Mar Aragón, M., y Cuesta, J. (2015). The Competence of Modelling in Learning Chemical Change: a Study with Secondary School Students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(4), 751-791.
- Reiner, M. y Gilbert, J.K. (2000). Epistemological resources for thought experimentation in science learning. *International Journal of Science Education*, 22(5), 489-506.
- Solsona Pairó, N., Izquierdo i Aymerich, M., y Gutiérrez, R. (2000). El uso de razonamientos causales en relación con la significatividad de los modelos teóricos. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(1), 015-23.
- Solís-Espallargas, C., Escriba Colomar, I., y Rivero García, A (2014). Una experiencia de aprendizaje por investigación con Cajas negras en formación inicial de maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), pp-167.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), pp. 45-69.

Motivación de los estudiantes de 3º de la E.S.O. ante el estudio de las reacciones químicas mediante una secuencia didáctica plurimetodológica

Vázquez-Moliní, A.,¹ González-Felipe, M. E.,³ Aguirre-Pérez, C.,² Cortés-Simarro, J. M.¹

¹Facultad de Educación de Albacete, Universidad de Castilla-La Mancha. ²Facultad de Educación de Cuenca, Universidad de Castilla-La Mancha, ³IES Duque de Alarcón Valera de Abajo, Cuenca.

ana.vazquez@uclm.es

RESUMEN

La falta de motivación y de interés por el estudio de las disciplinas científicas es uno de los principales problemas al que debe enfrentarse la Didáctica de las Ciencias Experimentales. El empleo de metodologías distintas a la enseñanza tradicional pueden aumentar la motivación de los estudiantes. En el presente trabajo se ha elaborado una secuencia didáctica para la enseñanza de las reacciones químicas, basada en un enfoque plurimetodológico, con el objetivo de aumentar el interés y motivación de los alumnos. La secuencia didáctica se llevó a cabo con alumnos de 3º de la E.S.O. y tras su implementación se pasó un cuestionario motivacional a los alumnos. Los resultados muestran que los alumnos aumentaron su interés por la disciplina al tiempo que consideran que se trabajaron mejor las competencias y se facilitó la comprensión de los conceptos científicos.

Palabras clave

Motivación estudiantes, Secuencia didáctica plurimetodológica, reacciones químicas.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Fensham (2004) el objetivo prioritario de la enseñanza/aprendizaje de las ciencias debe ser promover una actitud positiva en los estudiantes hacia la ciencia, que mantenga la curiosidad y mejore la motivación, no sólo durante la época escolar, sino, también, a lo largo de toda la vida.

Uno de los principales problemas a los que debe enfrentarse hoy en día la Didáctica de las Ciencias Experimentales es la falta de interés y de motivación de los estudiantes hacia las ciencias y especialmente hacia la Física y la Química (Quintanal Pérez, F.; 2012), lo que posiblemente está muy relacionado con el escaso rendimiento de los alumnos españoles de E.S.O. en estas materias (PISA, 2012). Algunas de las hipótesis formuladas acerca del bajo interés de los estudiantes de escuela media por estas disciplinas se vinculan con el hecho de que los contenidos se presentan en las aulas, frecuentemente, descontextualizados de las evidencias experimentales, de su génesis histórica y de sus aplicaciones en la vida diaria. La enseñanza de la química en la escuela media ofrece contenidos que se encuentran alejados de los intereses de los alumnos al tiempo que utilizan metodologías poco motivadoras. Se emplean estrategias didácticas que favorecen

poco la participación del alumno. La mayoría de las veces, la actividad se centra en describir hechos o conceptos o en la resolución de ejercicios numéricos (Galiano y García, 2015).

Diversos autores han propuesto el uso de metodologías de enseñanza más centradas en el estudiante que en el profesor (Karacop y Doymus; 2013) con el objetivo de aumentar la motivación y el interés de los estudiantes. Estas estrategias de enseñanza incluyen el aprendizaje cooperativo, la discusión en grupos, las actividades prácticas, el aprendizaje basado en problemas, el uso de las TIC, la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI), etc...

La ECBI tiene una larga tradición ya que fue propuesta por primera vez en el año 1996, pero recientemente ha aumentado el interés por esta estrategia con la finalidad de combatir la desmotivación de los estudiantes en relación con la ciencia (Caamaño; 2012). Existe un consenso generalizado en torno a los beneficios de la ECBI que trata de involucrar a los estudiantes en preguntas científicas que les llevan a formular explicaciones, de modo semejante a como lo hacen los científicos, basándose en la argumentación y el uso de pruebas (Alake-Tuenter et al., 2012). Según Cheung (2011) el trabajar la química a través de la indagación requiere que los profesores creen situaciones en las cuales los estudiantes sean estimulados a plantear preguntas, proponer hipótesis, diseñar experimentos de laboratorio, obtener y analizar datos y presentar sus hallazgos. En particular, la indagación guiada es aquella en la cual el profesor plantea alguna pregunta y los alumnos deben realizar experimentos y responderla con las pruebas que acumulen.

METODOLOGÍA

Participantes

Participaron en esta investigación 3 grupos de alumnos matriculados en 3º de ESO (14-15 años) en el IES Bachiller Sabuco de Albacete (España) con un total de 63 alumnos. La enseñanza que habían recibido hasta aquel momento había sido siempre una enseñanza tradicional basada en el modelo de transmisión-recepción. Durante el curso académico en el cuál se llevo a cabo la experiencia didáctica recibieron igualmente una enseñanza tradicional en todos los temas de la asignatura Física y Química excepto el correspondiente a reacciones químicas, en el cuál se utilizó la secuencia didáctica diseñada. En dicha secuencia se adoptó un enfoque plurimetodológico que incluye ECBI, trabajo en pequeños grupos e presentación de conceptos por parte del maestro. La intervención didáctica se llevó a cabo en 8 clases de 55 min cada una. Para conocer cuál había sido la motivación de los estudiantes ante la intervención didáctica, se elaboró un cuestionario que se pasó después de llevar a cabo la propuesta didáctica.

Elaboración de la secuencia didáctica

La secuencia didáctica propuesta comienza con el estudio de una reacción química de importancia en la vida cotidiana, a partir de lo cual se introduce la idea de que en las reacciones químicas se producen nuevas sustancias, diferenciado claramente los cambios químicos de los cambios físicos. Las reacciones químicas se presentan como procesos en los que cambian las sustancias iniciales y dan lugar a nuevas sustancias con propiedades características diferentes a las de las sustancias de partida. En las reacciones químicas se produce la ruptura y la formación de nuevos enlaces químicos, dando lugar, por tanto, a nuevas sustancias. A continuación se introduce a los alumnos en la representación de las reacciones químicas tanto a nivel microscópico como a nivel simbólico.

La secuencia didáctica consta de tres fases para cada una de las cuales se determinaron los objetivos de aprendizaje. En la Tabla 1 se muestran objetivos, metodología y actividades de cada fase.

Tabla 1: *Objetivos, metodología y actividades de las fases de la secuencia didáctica.*

Fases	Objetivos	Metodología	Actividades
Fase I: Estudio de una reacción química de la vida cotidiana	-Motivar a los estudiantes para la investigación -Desarrollar destrezas de investigación en los alumnos -Saber comunicar las conclusiones de una investigación	-Enseñanza de las Ciencias basada en la indagación (ECBI) -Trabajo en grupos	-¿Cómo funciona un airbag? *Emisión de hipótesis *Construcción de un modelo de airbag *Presentación al grupo
Fase II: Cambios Físicos y Cambios Químicos	-Conocer las diferencias entre cambio físico y cambio químico -Identificar cambios físicos y químicos de la vida cotidiana	-Trabajo en grupos -Presentación de conceptos	-Visualización de videos -Debate en pequeños grupos -Explicación Profesora -Actividades interactivas
Fase III: Reacciones Químicas	-Conocer las reacciones químicas a nivel macroscópico, microscópico y simbólico -Saber representar una reacción química mediante su correspondiente ecuación	-Trabajo en grupos -Presentación de conceptos	-Construcción de un modelo de bolas -Representación simbólica de reacciones químicas

Elaboración del cuestionario de evaluación de la intervención didáctica

Se elaboró un cuestionario que constaba de 8 preguntas que se muestra en el Anexo. Se incluye una pregunta en la que los estudiantes valoran el interés que ha suscitado en ellos el estudio de los distintos temas de Química, varias preguntas en las deben dar una puntuación a diferentes aspectos de la intervención didáctica y una pregunta abierta en la que los estudiantes pueden expresar libremente su opinión sobre las intervención didáctica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Implementación de la intervención didáctica

Las actividades llevadas a cabo en cada una de las fases de la secuencia didáctica y de acuerdo con la metodología empleada fueron las siguientes:

Fase 1: Estudio de una reacción química de la vida cotidiana.

Según Tárraga y De Pro (2011), el porcentaje de alumnos que cree que la Física y Química que se enseña en el aula no sirve para la vida cotidiana es casi la mitad de los encuestados (42%), siendo este uno de los factores que más influye en la falta motivación de los alumnos por el estudio de los contenidos de Física y Química. Para aumentar la motivación de los alumnos se comienza la secuencia con el estudio de una reacción química de aplicación en la vida cotidiana. El enunciado se presenta motivador para los estudiantes, ya que refleja una situación real. La investigación que se planteó fue ¿Cómo funciona el airbag de un coche?

Planteamiento del problema:

La bolsa de aire airbag es un sistema de seguridad pasiva instalado en la mayoría de los automóviles modernos. En caso de colisión, las bolsas inflables amortiguan el impacto de

los ocupantes del vehículo contra el salpicadero. Se estima que, en caso de choque frontal, su uso puede reducir el riesgo de muerte en un 30% ¿Cómo se inflan rápidamente las bolsas del airbag?

Emisión de hipótesis:

Se pide a los alumnos que discutan en pequeños grupos como creen que se inflan rápidamente las bosas del airbag.

Diseño experimental:

Para comprobar las hipótesis emitidas se les pide que diseñen la realización de un airbag casero a pequeña escala. Para ello se les sugiere que pueden utilizar diferentes materiales: bolsas, globos, un muelle, un inflador, bicarbonato sódico, vinagre, etc...

Realización de experimentos:

Los distintos grupos llevan a cabo la construcción del airbag casero de acuerdo con el diseño experimental realizado

Discusión de resultados:

Tras la “construcción del prototipo del airbag casero” cada grupo presenta a la clase su prototipo y explica su funcionamiento. Toda la clase discute las ventajas e inconvenientes de los modelos presentados. La profesora guía a los estudiantes para que lleguen a la conclusión que el funcionamiento del airbag debe basarse en una reacción química que genere rápidamente un gas que infla el airbag, tras lo cual les propone a todos los grupos construir un “airbag casero” basado en la reacción entre el bicarbonato y el vinagre y les explica que al reaccionar ambos compuestos se desprende CO_2 que es el gas que llena el globo. A continuación la profesora explica el funcionamiento del airbag de un coche basado en la reacción de descomposición de la azida de sodio.

Fase 2: Cambios físicos y cambios químicos de la vida cotidiana.

Se proyectan en clase varios videos sobre cambios químicos y cambios físicos de la vida cotidiana. Se pide a los alumnos que en pequeños grupos discutan las diferencias entre ambos tipos de cambios. Se ponen en común las conclusiones sacadas por lo grupos y la profesora introduce en clase el concepto de cambio químico y de cambio físico. En pequeños grupos se realización de actividades interactivas sobre cambios físicos y químicos.

Fase 3: Representación de reacciones químicas (nivel microscópico y simbólico).

Para el estudio microscópico y simbólico de las reacciones químicas se recurre al estudio de la reacción de combustión del metano. Para el nivel microscópico, los alumnos hicieron manualmente y por grupos, un modelo de bolas, utilizando palillos y plastilina, que les permitía romper las uniones (enlaces) entre los átomos y formar nuevas. El nivel simbólico (ecuación química) fue introducido en clase por la profesora utilizando la pizarra.

Evaluación de la intervención didáctica

Los estudiantes participaron activamente en todas las fases de la intervención didáctica y respondieron de forma anónima al cuestionario que se les paso.

El 45,2 % de los alumnos señalan que la parte de la materia que más les ha interesado es el estudio de las reacciones químicas y solamente un 1,61% indica que es la que menos les ha interesado, lo que indica que la metodología empleada influye en el interés de los estudiantes por los contenidos científicos.

Respecto a las estrategias de enseñanza utilizadas en el aula el 69 % señala que lo que más les ha motivado ha sido el trabajo en grupo y un 93 % indica que lo que menos les ha motivado ha sido la introducción de conceptos por parte de la profesora, estrategia que se asimila más al modelo de enseñanza tradicional.

La figura 1 muestra la opinión de los alumnos respecto al trabajo de las competencias con la enseñanza tradicional y con la secuencia didáctica.

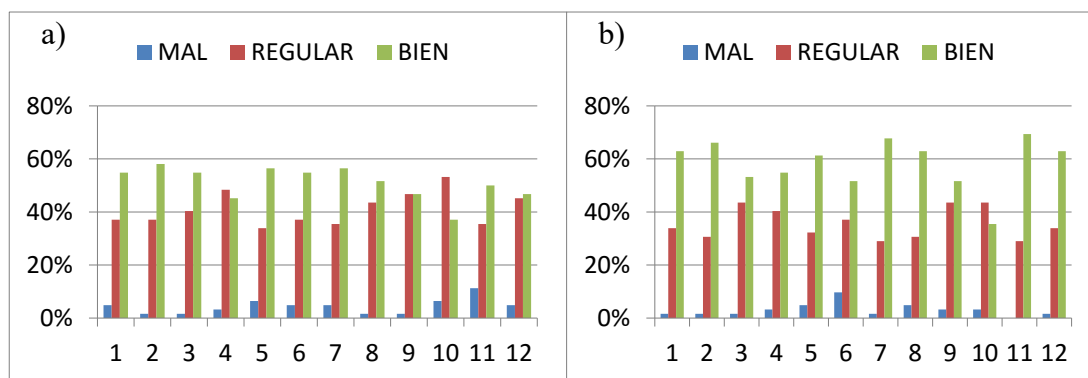


Figura 1: Desarrollo de competencia con la enseñanza tradicional (a) y con la secuencia didáctica (b)

Como se puede observar para casi todas de las competencias indicadas (preguntas 3 y 4) hay un aumento del % de alumnos que piensas que se ha trabajado “bien” la competencia con la secuencia didáctica. Es de resaltar que una de las competencias que piensas que se trabaja mejor con la enseñanza tradicional es “Actitud reflexiva y crítica respecto a los contenidos de la materia” (competencia 6), siendo además esta competencia la que más alumnos señalan que se ha trabajado “mal” en la secuencia didáctica.

Respecto a la pregunta 5 el 77,4 % de los alumnos indican que los contenidos y las metodología de la secuencia didáctica les ha parecido interesante, el 72,6 cree que la secuencia didáctica ha facilitado el estudio de los contenidos y solamente el 16,9 % señala que los contenidos y los trabajos de la secuencia didáctica les ha resultados muy difíciles. Al 63,2 % les gustaría que se repitiese esta metodología en otros contenidos o materias. De acuerdo con las respuestas obtenidas, la secuencia didáctica propuesta además de aumentar el interés de los alumnos por la materia facilita la comprensión de los contenidos científicos, lo que también señalan los alumnos en la pregunta 6 en la que el 69,35 % señala que la propuesta didáctica es más favorable que la enseñanza tradicional para facilitar la comprensión y asimilación de los contenidos.

Finalmente en la pregunta nº 7 el 96,2 % de los alumnos señala que el grado de satisfacción respecto a la propuesta didáctica es alto o muy alto.

CONCLUSIONES

El estudio llevado a cabo demuestra que el interés de los estudiantes por las disciplinas científicas, concretamente por la química, puede aumentar si se emplean otras metodologías distintas a la enseñanza tradicional. El uso de la metodología ECBI aumenta

la motivación de los estudiantes, al tiempo que permite trabajar mejor la competencia científica y facilita la comprensión de los conceptos.

BIBLIOGRAFÍA

Alake-Tuenter, E., Biemans, H.J.A., Tobi, H., Wals, A.E.J., Oosterheert, I. y Mulder, M. (2012). Inquiry-Based Science Education Competencies of Primary School Teachers: A literature study and critical review of the American National Science Education Standards. *International Journal of Science Education*, 34 (17), 1-32.

Caamaño, A. (2012). ¿Cómo introducir la indagación en el aula?. Los trabajos prácticos investigativos. *Alambique*, 70, 83-91.

Cheung, D. (2011). Teacher Beliefs about Implementing Guided-Inquiry Laboratory Experiments for Secondary School Chemistry, *Journal of Chemical Education*, 88(11), 1462-1468.

Fensham, P. J. (2004). "Beyond Knowledge: other Scientific Qualities as Outcomes for School Science Education", en R. M. Janiuk y E Samonek-Miciuk. (eds.): *Science and Technology Education for a Diverse World - Dilemmas, Needs and Partnerships, International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) XIth Symposium Proceedings* (pp. 23-25). Lublin, Polland, Maria Curie-Sklodowska University Press.

Galiano, J.E., Sevillano-García, M.L. (2015). Estrategias de enseñanza de la Química en la formación inicial del Profesorado Universitario/Strategies to teach chemistry in university lecturers' initial training. *Educatio Siglo XXI*, 33(1), 215-234.

Karacop, A. y Doymus, K. (2013). Effects of Jigsaw Cooperative Learning and Animation Techniques on Students' Understanding of Chemical Bonding and Their Conceptions of the Particulate Nature of Matter. *J Sci Educ Technol*, 22, 186-203.

PISA (2012). Informe PISA. Último acceso el 2 de febrero 2016, desde <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2012/nota-pais-esp-ocde-pisa-2012.pdf?documentId=0901e72b8178650d>

Quintanal Pérez, Felipe (2012): Relación entre Estilos de Aprendizaje y Rendimiento Escolar en Física y Química de Secundaria. *Revista de Comunicación Vivat Academia*. Especial, 1143-1153. Último acceso el 2 de febrero de 2016, desde <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/vivataca/numeros/n117E/PDFs/FQuinta.pdf>

Tárraga, P. y de Pro Bueno, A. (2011). Física, Química ¿Y Vida Cotidiana?. Último acceso el 2 de febrero de 2016, desde <http://www.buenastareas.com/ensayos/F%C3%ADsica-Qu%C3%ADmica-y-Vida-Cotidiana/2344298.html>

ANEXO

1. Los aspectos desarrollados en la materia que más me han interesado o motivado trabajar han sido: (dar un número del 1 al 6; 1 para el que más te ha interesado)

- A) El estudio del método científico.
- B) El estudio de la estructura atómica.
- C) El estudio de la formulación.
- D) El estudio de la materia y los cambios de estado.
- E) El estudio de las reacciones químicas.

2. Respecto a las estrategias empleadas en la secuencia didáctica señala la que más me ha interesado o motivado a trabajar ha sido: (dar un número del 1 al 5; 1 para la que más te ha interesado)

- A) El trabajo en grupo tanto en el aula como en el laboratorio
- B) La elaboración de estrategia para el estudio del airbag
- C) La visualización de imágenes y videos
- D) La introducción de conceptos por parte de la profesora
- E) Las actividades interactivas

3. Indica cómo se han trabajado en la materia (en los temas en los que se ha seguido una enseñanza tradicional) las siguientes competencias: (Bien, mal, regular)

- A) Capacidad de análisis y síntesis.
- B) Capacidad de organización y planificación.
- C) Capacidades comunicativas (orales y escritas)
- D) Habilidad para trabajar de forma autónoma, construyendo su propio aprendizaje.
- E) Capacidad de comunicación interpersonal (trabajo en grupo)
- F) Actitud reflexiva y crítica con respecto a los contenidos de la materia.
- G) Compromiso con el trabajo colaborativo.
- H) Capacidad de aprendizaje
- I) Capacidad para generar nuevas ideas
- J) Capacidad de adaptación a nuevas situaciones.
- K) Diseño de proyectos
- L) Habilidades de investigación

4. Indica cómo se han trabajado en el estudio de las reacciones químicas siguiendo la propuesta didáctica las siguientes competencias: (Bien, Mal, Regular)

- A) Capacidad de análisis y síntesis.
- B) Capacidad de organización y planificación.
- C) Capacidades comunicativas (orales y escritas)
- D) Habilidad para trabajar de forma autónoma, construyendo su propio aprendizaje.
- E) Capacidad de comunicación interpersonal (trabajo en grupo)

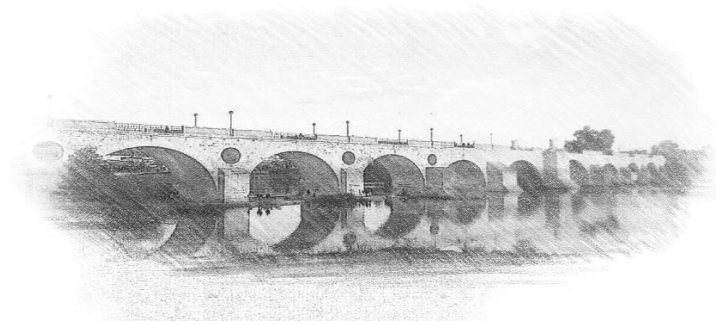
- F) Actitud reflexiva y crítica con respecto a los contenidos de la materia.
- G) Compromiso con el trabajo colaborativo.
- H) Capacidad de aprendizaje
- I) Capacidad para generar nuevas ideas
- J) Capacidad de adaptación a nuevas situaciones.
- K) Diseño de proyectos
- L) Habilidades de investigación

5. Para cada una de las cinco afirmaciones, referentes a la propuesta didáctica utilizada en la enseñanza de las reacciones químicas, marca:

- A, si estás de acuerdo
- B, si te resulta indiferente
- C, si estás en desacuerdo

Afirmaciones:

1. El contenido y la metodología de la propuesta me han parecido interesantes.
 2. Los contenidos y trabajos de la propuesta me han parecido muy difíciles.
 3. He aprendido cosas nuevas que nunca había estudiado.
 4. He descubierto y corregido ideas erróneas que tenía respecto a algunos temas.
 5. Mi predisposición hacia la materia ha resultado favorable.
 6. Las correcciones y comentarios del profesor me han resultado de utilidad.
 7. Comparando con materias similares, este tipo de experiencia me ha ayudado a entender mejor la materia.
 8. Participar en esta experiencia me ha facilitado el estudio de los contenidos.
 9. Me gustaría que esta experiencia se repitiese en otros contenidos o materias.
- 6.** En comparación con la enseñanza tradicional, tu opinión con respecto a la metodología utilizada en la enseñanza de las reacciones químicas es:
- A) Favorable porque se valora más el trabajo del alumno.
 - B) Desfavorable porque exige demasiadas horas de dedicación.
 - C) Indiferente pues no aprecias diferencias entre ambas metodologías.
 - D) Más favorable que la enseñanza tradicional porque facilita la comprensión y asimilación de los contenidos por parte del alumno.
- 7.** En resumen: mi grado de satisfacción respecto a la metodología seguida en la enseñanza de las reacciones químicas ha sido:
- A) Muy alto B) alto C) Indiferente D) bajo E) muy bajo
- 8.** Indica cualquier aspecto o comentario de la propuesta didáctica que consideres oportuno.



COMUNICACIONES ORALES

Línea 4. Investigación en el aprendizaje de las ciencias

Emociones y capacidad para aprender asignaturas de ciencias en Educación Secundaria

Borrachero, A. B.,¹ Dávila, M. A.,² Fernández, M. J.,³ Costillo, E.²

¹*Facultad de Educación, Universidad Internacional de La Rioja.*

²*Departamento Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas, Facultad de Educación, Universidad de Extremadura.*

³*Departamento Ciencias de la Educación, Facultad de Educación, Universidad de Extremadura.*

belenborrachero@hotmail.com

RESUMEN

Conocer las emociones que experimentan los alumnos de Secundaria en el aprendizaje de las diferentes asignaturas de ciencias, según su capacidad para aprender o no, resulta imprescindible para intentar encontrar las razones de por qué los alumnos se alejan de los distintos itinerarios científicos y fomentar un cambio en el profesorado. El objetivo de esta investigación es encontrar diferencias en la frecuencia de las emociones experimentadas en asignaturas de ciencias (Biología, Física y Química) según la capacidad del estudiante para aprender dichas materias. La muestra está constituida por 510 alumnos de primero de grado de diferentes carreras de la Universidad de Extremadura. Dichas carreras se engloban en cinco ramas de conocimientos: Ciencias, Ciencias de la Salud, Ciencias Sociales, Humanidades y Arte e Ingenierías. Los datos obtenidos revelan que los sujetos experimentan con mayor frecuencia emociones positivas cuando se sienten capacitados para aprender la materia científica. En cambio, si no se consideran capacitados en el aprendizaje científico, aparecerán emociones negativas.

Palabras clave

Emociones, capacidad, aprendizaje, ciencias, Educación Secundaria.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las emociones han adquirido una gran importancia en nuestra sociedad; prueba de ello sirve la popularidad que se ha otorgado a diferentes autores que han escrito obras de gran éxito (Gardner, 2005; Goleman, 1996; Punset, 2010).

De igual modo, se ha comenzado a prestar mayor atención a las emociones en la investigación educativa, en el proceso de enseñanza/aprendizaje y en la vida de los profesores en general. Son numerosos los estudios publicados sobre las emociones en educación (Abrahams, 2009; Marbá y Márquez, 2010; Mellado, Blanco, Borrachero y Cárdenas, 2013; Otero, 2006; Ritchie *et al.*, 2011).

Tras una revisión profunda, diferentes estudios (Bandura, 1997; Fernández, Martínez y Ortiz, 1999) señalan que los estudiantes con altas capacidades distinguen los ejercicios complejos como retos a superar y no como amenazas que se tengan que eludir, los ven como un desafío que requiere una mayor empeño y cuando consiguen superarlo manifiestan emociones positivas como orgullo, satisfacción, alegría, diversión...

En cambio, el descenso de capacidad de los estudiantes está vinculado con bajas calificaciones, lo que provoca emociones negativas, como ansiedad o desesperación, por la incompetencia de resolver algunas tareas escolares.

Los sujetos inseguros de sus capacidades juzgan los casos más complicados de lo que en realidad son, lo cual les produce nerviosismo, preocupación, desánimo e incapacidad para solucionar los problemas escolares (Pajares y Schunk, 2001).

Por este motivo, consideramos interesante conocer con qué frecuencia los estudiantes de Secundaria experimentan emociones en el aprendizaje de las ciencias al sentirse capacitados o no para aprender contenidos científicos.

OBJETIVO

El objetivo principal de este estudio es encontrar diferencias en la frecuencia de las emociones experimentadas en el aprendizaje de asignaturas de ciencias (Biología, Física y Química) según la capacidad del estudiante para aprender dichas materias.

METODOLOGÍA

Participantes

La muestra está constituida por 510 estudiantes de primero de grado de la Universidad de Extremadura del curso académico 2012/13, por su cercanía a la etapa de Educación Secundaria. Dentro de esta circunstancia, se escogieron diferentes carreras en relación a las cinco ramas de conocimiento en estudio (Ciencias, Ciencias de la Salud, Ciencias Sociales, Humanidades y Arte e Ingenierías).

Las titulaciones universitarias fueron elegidas teniendo en cuenta el número global de sujetos matriculados en el primer curso y la disponibilidad de los profesores de éstas para cedernos sus clases.

Se intentó que el número de estudiantes fuera igual para las cinco ramas de conocimiento, pero la falta de asistencia de los estudiantes al aula, la escasez de estudiantes matriculados en ingenierías y la mala cumplimentación de algunos cuestionarios provocaron que los grupos finales no fueran exactamente iguales.

La distribución por titulación y rama se expone en la Tabla 1, donde puede comprobarse que el 22.90% de la muestra se encuentra en la rama de Humanidades y Arte, el 21.40% en la rama de Ciencias, y otro 21.40% en la rama de Ciencias de la Salud, el 18.20% pertenece a la rama de Ciencias Sociales y el 16.10% restante a la rama de Ingenierías, distribuidos todos en un total de 17 titulaciones diferentes.

Tabla 1. Distribución de la muestra por rama de conocimiento y titulación.

Rama de Conocimiento	Titulación	Frecuencia	Porcentaje
Ciencias N = 109 21.40%	Grado en Biología	40	36.70%
	Grado en Química	19	14.70%
	Grado en Física	26	23.90%
	Grado en Matemáticas	24	22.00%
Ciencias de la Salud N = 109 21.40%	Grado en Medicina	40	36.70%
	Grado en Enfermería	27	24.80%
	Grado en Veterinaria	42	38.50%
Ciencias Sociales N = 93 18.20%	Grado en Educación Primaria (Badajoz)	35	37.60%
	Grado en Ciencias del Trabajo	22	23.70%
	Grado en Derecho	36	38.70%
Humanidades y Arte N = 117 22.90%	Grado en Estudios Ingleses	39	33.30%
	Grado en Geografía y Ordenación del Territorio	16	13.70%
	Grado en Historia del Arte y Patrimonio Histórico-Artístico	62	53.00%
Ingenierías N = 82 16.10%	Grado en Ingeniería Informática	37	45.10%
	Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática	11	13.40%
	Grado en Ingeniería de la Edificación	9	11.00%
	Grado en Ingeniería Civil	25	30.50%

Instrumento

Al considerar que la metodología cuantitativa es la más idónea para esta parte del estudio, se procedió a elaborar un cuestionario que cubriera las necesidades de nuestra investigación.

Para conocer si los sujetos encuestados se sentían capacitados en las diferentes asignaturas científicas de Secundaria (Biología, Física y Química), se les pidió que señalaran con una “x” aquellas materias en las que se consideraban capacitados. Se codificó una variable categórica (dicotómica) por asignatura con los valores sí y no.

Para medir las emociones que experimentaban los sujetos en el aprendizaje de contenidos científicos en la etapa de ESO, se utilizó una clasificación de emociones positivas y negativas (Tabla 2) teniendo en cuenta las categorizaciones que realizan Bisquerra (2009), Casacuberta (2000), Damasio (2010), Fernández-Abascal, Martín y Domínguez (2001), Goleman (1996) y Rebollo y otros (2008), y nuestra propia experiencia en investigaciones pasadas. Dichas emociones, tanto positivas como negativas, han sido medidas a través de una escala tipo Likert de 4 puntos: 0 “Nunca”; 1 “Ocasionalmente”; 2 “En bastantes ocasiones”; 3 “Todo el tiempo”.

La justificación de la utilización de esta escala de 4 puntos, se argumenta con la necesidad de obviar a aquellos sujetos que nunca hubieran experimentado la emoción para averiguar las causas de estas emociones en futuras investigaciones según la intensidad.

Tabla 2. Clasificación de emociones.

Positivas	Admiración	Negativas	Ansiedad
	Alegría		Asco
	Amor		Culpabilidad
	Confianza		Ira
	Entusiasmo		Miedo
	Felicidad		Nerviosismo
	Satisfacción		Preocupación
	Sorpresa		Tristeza
	Tranquilidad		Vergüenza

En la Tabla 3 se puede observar que el coeficiente de Cronbach obtenido en cada escala de emociones (positiva y negativa) para las materias de Biología, Física y Química es siempre superior a 0.80, lo que interpretamos como una fiabilidad bastante buena.

Tabla 3. Estadísticos de Fiabilidad de las emociones en el aprendizaje de las materias científicas.

	Biología		Física		Química	
	α	N	α	N	α	N
Emociones Positivas	.886	9	.888	9	.880	9
Emociones Negativas	.819	9	.855	9	.843	9

Procedimiento

Los cuestionarios fueron pasados a un grupo de estudiantes de primero de Grado de las diferentes carreras universitarias, durante el transcurso de una asignatura común para todos. Tardaron en rellenarlo aproximadamente 45 minutos. Estaban muy interesados en el contenido y en los posteriores resultados. Después de haber completado el cuestionario, los datos fueron procesados en el sistema informático mediante el paquete estadístico SPSS 17.0 para Windows.

Para comprobar si existían diferencias significativas en las emociones despertadas en el aprendizaje de Biología, Física y Química entre los alumnos que opinaban sentirse capacitados y los que no, utilizamos la Prueba T de Student para dos muestras independientes, tras probar que la distribución de la muestra era normal al realizar la Prueba K-S ($p > .050$). Se trabaja con un nivel de confianza del 95%.

RESULTADOS

Los resultados se muestran en función de cada una de las materias científicas en estudio: Biología, Física y Química.

Emociones y capacidad para aprender Biología en Educación Secundaria

En la Tabla 4 comprobamos que todas las emociones positivas experimentadas en el aprendizaje de Biología presentan diferencias estadísticamente significativas ($p \leq .050$) en función de la capacidad del estudiante. De igual modo, encontramos que existe significación en las emociones negativas asco ($p > .000$), culpabilidad ($p = .001$), ira ($p > .000$), miedo ($p = .040$), preocupación ($p = .023$), tristeza ($p > .000$) y vergüenza ($p = .011$) en el aprendizaje de la Biología.

Tabla 4. Prueba T de Student para dos muestras independientes de la relación capacidad para aprender y emociones experimentadas en el aprendizaje de Biología.

	\bar{x}				\bar{x}				
	t	Sig.	Sí	No	T	Sig.	Sí	No	
Admiración	9.102	.000**	2.05	1.19	Ansiedad	-.921	.358	0.55	0.62
Alegría	12.024	.000**	2.25	1.25	Asco	-8.513	.000**	0.23	0.97
Amor	8.236	.000**	1.42	0.62	Culpabilidad	-3.216	.001**	0.29	0.51
Confianza	12.182	.000**	2.23	1.27	Ira	-4.094	.000**	0.29	0.61
Entusiasmo	10.971	.000**	2.15	1.21	Miedo	-2.059	.040*	0.52	0.69
Felicidad	11.812	.000**	2.03	1.04	Nerviosismo	-.710	.478	1.02	1.09
Satisfacción	10.742	.000**	2.21	1.34	Preocupación	-2.281	.023*	1.02	1.21
Sorpresa	5.531	.000**	1.37	0.89	Tristeza	-4.838	.000*	0.32	0.68
Tranquilidad	6.012	.000**	1.85	1.29	Vergüenza	-2.548	.011*	0.28	0.45

**p≤.010. *p≤.050. t=Estadístico de contraste. Sig.=Significación estadística.

Los estudiantes que se sentían capacitados en la asignatura de Biología experimentaban con mayor frecuencia todas las emociones positivas. Asimismo, los sujetos que afirman no haberse sentido capacitados en el aprendizaje de contenidos de Biología en Secundaria, experimentaban con mayor frecuencia emociones negativas. De entre todas las emociones destacan alegría, confianza, entusiasmo, satisfacción, preocupación y nerviosismo.

Emociones y capacidad para aprender Física en Educación Secundaria

La prueba T de Student realizada nos indica que en todas las emociones, tanto positivas como negativas, existen diferencias estadísticamente significativas ($p \leq .050$) en función de si el estudiante se sentía capacitado para aprender la asignatura de Física en Secundaria o no (Tabla 5).

Tabla 5. Prueba T de Student para dos muestras independientes de la relación capacidad para aprender y emociones experimentadas en el aprendizaje de Física.

	\bar{x}				\bar{x}				
	t	Sig.	Sí	No	t	Sig.	Sí	No	
Admiración	9.662	.000**	1.87	0.91	Ansiedad	-5.215	.000**	0.58	1.08
Alegría	13.817	.000**	1.91	0.79	Asco	-1.842	.000**	0.34	1.28
Amor	8.886	.000**	1.23	0.25	Culpabilidad	-5.081	.000**	0.32	0.72
Confianza	15.960	.000**	2.24	0.93	Ira	-5.658	.000**	0.49	1.03
Entusiasmo	14.200	.000**	2.08	0.92	Miedo	-7.363	.000**	0.59	1.25
Felicidad	12.764	.000**	1.92	0.80	Nerviosismo	-6.346	.000**	1.07	1.70
Satisfacción	12.117	.000**	2.13	1.14	Preocupación	-7.850	.000**	1.25	1.96
Sorpresa	3.018	.003**	1.33	1.04	Tristeza	-8.027	.000**	0.34	0.97
Tranquilidad	9.414	.000**	1.84	0.92	Vergüenza	-4.230	.000**	0.32	0.65

**p≤,010. *p≤,050. t=Estadístico de contraste. Sig.=Significación estadística.

Cuando los estudiantes sí se sentían capacitados en el aprendizaje de la Física experimentaban, con una mayor frecuencia, emociones positivas. En cambio, si el estudiante no se sentía capacitado para aprender contenidos de Física experimentaba una mayor frecuencia de emociones negativas. Sobresalen con puntuaciones medias elevadas las emociones positivas confianza, satisfacción y entusiasmo, y las emociones negativas preocupación y nerviosismo.

Emociones y capacidad para aprender Química en Educación Secundaria

La Tabla 6 indica que todas las emociones positivas, al igual que las negativas, presentan diferencias estadísticamente significativas ($p \leq .050$) en función de si el sujeto encuestado se sentía capacitado o no para aprender Química en Educación Secundaria.

Tabla 6. Prueba T de Student para dos muestras independientes de la relación capacidad para aprender y emociones experimentadas en el aprendizaje de Química.

	\bar{x}					\bar{x}			
	t	Sig.	Sí	No		t	Sig.	Sí	No
Admiración	8.814	.000**	1.78	0.96	Ansiedad	-3.999	.000**	0.61	0.99
Alegría	12.497	.000**	1.91	0.93	Asco	-11.789	.000**	0.28	1.19
Amor	7.561	.000**	1.17	0.38	Culpabilidad	-4.463	.000**	0.31	0.63
Confianza	12.012	.000**	2.00	1.05	Ira	-6.209	.000**	0.38	0.91
Entusiasmo	1.649	.000**	1.94	1.02	Miedo	-4.788	.000**	0.65	1.08
Felicidad	9.893	.000**	1.77	0.88	Nerviosismo	-3.132	.002**	1.17	1.49
Satisfacción	11.641	.000**	2.13	1.20	Preocupación	-7.096	.000**	1.14	1.77
Sorpresa	2.677	.008**	1.20	0.96	Tristeza	-7.677	.000**	0.31	0.88
Tranquilidad	5.111	.000**	1.71	1.04	Vergüenza	-4.401	.000**	0.29	0.58

** $p \leq .010$. * $p \leq .050$. t=Estadístico de contraste. Sig.=Significación estadística.

Al igual que en la materia anterior, los sujetos que se sentían capacitados en el aprendizaje de la Química manifestaban un aumento en la frecuencia de emociones positivas, sobre todo en satisfacción, confianza, alegría y entusiasmo. También encontramos que son los estudiantes que no se veían capacitados con la materia quienes manifestaban emociones negativas con mayor frecuencia. Las puntuaciones medias más elevadas de estas últimas se encuentran en preocupación y nerviosismo.

CONCLUSIONES

Tras los análisis realizados, podemos decir que la frecuencia de las emociones en el aprendizaje de las ciencias en Secundaria está relacionada con la creencia del alumno en su capacidad por aprender la asignatura. Hemos encontrado que el sujeto que se sentía capacitado para aprender Biología, Física o Química en Educación Secundaria manifestaba un aumento en la frecuencia de las emociones positivas. Sin embargo, cuando el sujeto no se sentía capacitado para aprender dichas asignaturas, experimentaba con mayor frecuencia emociones negativas.

La capacidad del estudiante para aprender una materia está estrechamente relacionada con el rendimiento académico. Si el estudiante se siente capacitado para aprobar la asignatura experimentará emociones positivas. En cambio, si siente que no es capaz de aprobar los contenidos, por mucho que haga, manifestará emociones negativas hacia la materia.

Coincidiendo con varios autores (Alonso, 2005; Assor *et al.*, 2005; Jiménez, 2011), pensamos que la capacidad del estudiante depende de varios factores como son: el interés y esfuerzo del docente de la materia, la disposición del estudiante en sus actividades escolares diarias, o el ambiente que lo rodea en la escuela o familia.

Por tanto, creemos necesario que el profesor reflexione y experimente metodologías motivadoras del aprendizaje y examine los resultados positivos y las condiciones en que estos se producen para que pueda hacer uso de estas técnicas, creando un clima de aprendizaje favorable para el alumnado (Carbonero *et al.*, 2010). Esto resulta significativamente necesario en el área de ciencias experimentales, para reducir los indicadores negativos que acompañan a un considerable número de estudiantes a lo largo de toda su formación académica.

BIBLIOGRAFÍA

Abrahams, I. (2009). Does Practical Work Really Motivate? A study of the affective value of practical work in secondary school science. *International Journal of Science Education*, 31(17), 2335-2353.

Alonso, J. (2005). *Motivar en la escuela, motivar en la familia*. Madrid: Morata.

Assor, A., Kaplan, H., Kanta-Maymon, Y. y Roth, G. (2005). Directly controlling teacher behaviors as predictors of poor motivation and engagement in girls and boys: The role on anger and anxiety. *Learning and Instruction*, 15(5), 397-413.

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Nueva York: Freeman.

Bisquerra, R. (2009). *Psicopedagogía de las emociones*. Madrid: Síntesis.

Carbonero, M. A., Ortiz, E., Martín, L. J. y Valdivieso, J. A. (2010). Identificación de las variables docentes moduladoras del profesor eficaz en secundaria. *Aula Abierta*, 38(1), 15-24.

Casacuberta, D. (2000). *Qué es una emoción*. Barcelona: Crítica.

Damasio, A. (2010). *Y el cerebro creó al hombre*. Barcelona: Editorial Destino.

Fernández, J., Martínez, F. y Ortiz, B. (1999). Efecto modulador de la competencia personal percibida sobre la reactividad fisiológica al estrés inducido experimentalmente. *Revista de Psicología Contemporánea*, 6(1), 82-89.

Fernández-Abascal, E., Martín, M. y Domínguez, J. (2001). *Procesos psicológicos*. Madrid: Ediciones Pirámide.

Gardner, H. (2005). *Las cinco mentes del futuro: Un ensayo educativo*. Barcelona: Paidós.

Goleman, D. (1996). *Inteligencia emocional*. Barcelona: Cairós.

Jiménez, M. (2011). La motivación del alumnado en los centros educativos. *Pedagogía Magna*, 10, 115-121.

Marbá, A. y Márquez, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 19-30.

Mellado, V., Blanco, J. L., Borrachero, A. B. y Cárdenas, J. A. (Eds.). (2013). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas*. Badajoz, España: DEPROFE.

Otero, M. R. (2006). Emotions, feelings, and reasoning in science education. *Revista Electrónica de Investigación en Educación de las Ciencias*, 1(1), 24-53.

Pajares, M. F. y Schunk, D. (2001). *Self-beliefs and school success: Self-efficacy, selfconcept, and school achievement*. Londres: Ablex.

Punset, E. (2010). *Viaje a las emociones*. Barcelona: Destino.

Rebollo, M. A., García, R., Barragán, R., Buzón, O. y Vega, L. (2008). Las emociones en el aprendizaje online. *RELIEVE*, 14(1). Último acceso el 1 Septiembre de 2013, desde http://www.uv.es/RELIEVE/v14n1/RELIEVEv14n1_2.htm

Ritchie, S. M., Tobin, K., Hudson, P., Roth, W. M. y Mergard, V. (2011). Reproducing successful rituals in bad times: exploring emotional interactions of a new science teacher. *Science Education*, 95(4), 745-765.

El reto del bilingüismo ¿Aprender ciencias y aprender inglés?

Bravo-Torija, B.,* Martínez-Peña, B.,* Embid, B.,** Carcelén, N.,** Gil-Quílez, M. J.*

**Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza. **CEIP José Antonio Labordeta.*

bctorija@unizar.es.

RESUMEN

Este estudio presenta los resultados de la implementación de una propuesta de enseñanza de Ciencias en Inglés, los Cuadernos Inteligentes. Se compara el desempeño de destrezas científicas de 72 alumnos de 4º de Primaria de dos centros educativos, uno que trabaja las ciencias con el enfoque CLIL (Content and Language Integrated Learning), y otro que combina este enfoque con los Cuadernos Inteligentes. Se realiza una prueba inicial y otra final, ambas compuestas por cuatro tareas que solicitan la identificación de ideas principales y secundarias a partir de un texto, la formulación de preguntas de investigación, la identificación de semejanzas y diferencias, y el diseño de una investigación. Los resultados muestran que aunque el desempeño de los estudiantes de ambos centros mejora durante el curso, éste alcanza una mayor complejidad en el que utilizan los Cuadernos Inteligentes, sobre todo en la formulación de preguntas y la identificación de semejanzas y diferencias.

Palabras clave

Educación Primaria, Bilingüismo, Indagación, Cuadernos Inteligentes

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Nuestro estudio parte de la situación surgida en la Comunidad Autónoma de Aragón a partir de la publicación de la Orden de 14 de febrero de 2013 que regula el Programa integral de bilingüismo en lenguas extranjeras de dicha comunidad a partir del curso 2013-14. Esta orden sienta las bases para que los colegios de Educación Primaria e Infantil implantaran la enseñanza bilingüe, estableciéndose como único requisito que dispusieran de suficiente profesorado con una competencia mínima en el idioma extranjero (B2). Siguiendo esta prescripción, un gran número de colegios comienza a impartir materias del currículo en Lengua Inglesa. Esta nueva realidad implica al profesorado en la toma de decisiones relacionadas tanto con los contenidos, adecuándolos al hecho de desarrollarlos en otra lengua, como con la metodología y los recursos empleados (Aragón Méndez, 2007). Para ello, es imprescindible considerar que el aprendizaje de una lengua no puede enseñarse vacío de contenido, por lo que se ha de insertar en tareas significativas y situaciones reales. En otras palabras, que este aprendizaje se debe beneficiar del uso de contextos en los que sea necesario comunicarse en la nueva lengua. De entre las distintas asignaturas, Las Ciencias Naturales son las elegidas como uno de los contextos para desarrollar este currículo integrado en inglés.

Algunos trabajos señalan que el uso de una segunda lengua vehicular, conformando un modelo bilingüe en asignaturas de índole no lingüística, mejora el rendimiento del alumnado (Aragón Méndez, 2007). Según este hecho, un sistema educativo bilingüe

resulta positivo para el alumnado, dado que fomenta tanto las competencias lingüísticas como la construcción del conocimiento científico, favoreciendo de manera sinérgica el desarrollo del resto de competencias. No obstante, aunque esta realidad brinda nuevas oportunidades de aprendizaje, también plantea enormes retos a los centros educativos; por un lado el de lograr que el alumno adquiera las capacidades necesarias para comunicarse en otra lengua, y por otro, el de conseguir un aprendizaje de otra materia, las Ciencias Naturales, en dicha lengua (Ramos y Espinet, 2013).

De entre los diversos enfoques educativos, uno de los más extendidos es el CLIL o AICLE (Aprendizaje Integrado en Lengua Extranjera). Este modelo de enseñanza se basa en cuatro pilares principales: contenido, comunicación, cultura y cognición (Coyle, Hood y Marsh, 2010). De tal forma que integra el aprendizaje del idioma y la adquisición del conocimiento, incluyendo una serie de prácticas y recomendaciones para llevarlo a cabo (Archila, 2013; Escobar Urmeneta, 2008). Distintos estudios han analizado el resultado de la integración de CLIL y la Enseñanza de las Ciencias, distinguiendo entre los que se centran principalmente en estudiar cómo el CLIL ayuda a la mejora en el aprendizaje de la lengua inglesa en un contexto de ciencias, por ejemplo los estudios de Nikula (2015) y de Pérez-Vidal y Roquet (2015), y los que examinan cómo este enfoque promueve conjuntamente el aprendizaje de la lengua y la adquisición del conocimiento científico (Lara-Alecio *et al.*, 2012; Ramos, 2013).

En este estudio se presenta un trabajo, realizado conjuntamente por profesorado de Educación Primaria y de Universidad, cuyo objetivo es examinar los resultados de la implementación de una nueva propuesta de enseñanza de ciencias en inglés en Educación Primaria, los *Cuadernos Inteligentes*. Esta propuesta combina el CLIL con los Interactive Notebooks. (Macarelli, 2010). Los Interactive Notebooks se caracterizan por promover no solo la adquisición del conocimiento científico, sino también de las destrezas y habilidades que caracterizan el trabajo de los científicos (Macarelli, 2010). Los Cuadernos Inteligentes a diferencia de los Interactive Notebooks están destinados a alumnos que aprenden una materia en una lengua extranjera, en este caso el inglés. Además, incorporan herramientas, como los organizadores gráficos o las llaves del pensamiento propuestas por Ryan (1990), que les ayudan a desarrollar el pensamiento científico.

En esta comunicación se presentan los resultados iniciales y finales de 72 alumnos de 4º de Educación Primaria de dos centros distintos, en ambos se trabaja desde el enfoque CLIL, pero en uno de ellos este enfoque se combina con los Cuadernos Inteligentes. Se analiza el desempeño de estos estudiantes en tareas que requieren, entre otras acciones, la formulación de preguntas de investigación o el diseño de una pequeña investigación, y se comparan sus resultados, identificando qué mejoras concretas se han producido en la prueba final.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Participantes y contexto

Los participantes son 72 alumnos de 4º de Educación Primaria, procedentes dos centros públicos (JNT y JAL). Se seleccionaron estos centros dado que ambos se trabajan las ciencias en inglés desde un enfoque CLIL, tienen experiencia de haber trabajado conjuntamente con la universidad, y uno de ellos (JAL) combina este enfoque con el uso de los Cuadernos Inteligentes en sus aulas (tabla 1). En este último, la profesora, y tutora de grupo, es quién puso en práctica este modelo de enseñanza en el centro, por lo que está familiarizada con él y lo emplea de forma metódica en su clase.

Tabla 1. Participantes del estudio

Centros y modelo de enseñanza	Nº de alumnos
JNT (enfoque CLIL)	43
JAL (enfoque CLIL + Cuadernos Inteligentes)	29

Diseño de la prueba inicial y la final

Para la recogida de datos se realizaron dos pruebas, una al inicio del curso 2014-2015 y otra al final. Ambas se diseñaron siguiendo la estructura de los Cuadernos Inteligentes. Estos cuadernos se organizan de tal forma que a los alumnos se les presentan informaciones relacionadas con los contenidos que se trabajan, ya sea en formato de texto, dibujo o esquema, en la parte izquierda (INPUT) y en la derecha se recoge cómo el alumno procesa y expresa esta información (OUTPUT) (Figura 1).

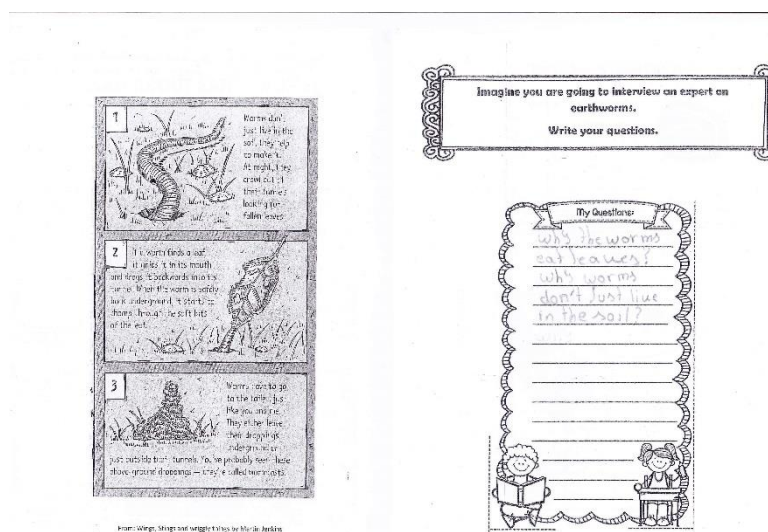


Figura 1. Fragmento de la prueba inicial: tarea formulación de preguntas de investigación

Cada prueba versa sobre un tema relacionado con las Ciencias naturales, y gira en torno a una pregunta de investigación. En la prueba inicial, el tema son las lombrices y la pregunta de investigación es: It is a rainy week and there are a lot of earthworms in the school garden, Why? En la final, son las plantas y la polinización, y la pregunta es: Bright coloured flowers make our gardens bright and beautiful, but what makes an insect stop on a specific flower?

Tanto la prueba inicial como la final incluyen cuatro tareas, en cada una de ellas se hace una demanda distinta al alumnado. En la primera, se requiere identificar las ideas principales y secundarias a partir de un pequeño texto, y establecer relaciones entre ellas y con el contenido tratado en el aula. En la segunda, se pide formular preguntas a un investigador acerca del tema a investigar. En la tercera, se solicita comparar y establecer las semejanzas y diferencias entre dos organismos, en la prueba inicial entre las lombrices y los osos polares, y en la segunda entre las plantas con flor y las plantas sin flor. En la cuarta y última, se solicita realizar el diseño de una investigación. Para ello los alumnos han de ser capaces de identificar la pregunta a investigar y establecer la hipótesis de partida para después explicar cómo realizarían el diseño experimental.

Análisis: construcción de la herramienta de análisis

La metodología utilizada en este estudio es cualitativa. Para elegir las destrezas a trabajar nos basamos en el currículo para esta etapa educativa, seleccionando cuatro de ellas: a) identificación de ideas y establecimiento de relaciones, b) formulación de preguntas de investigación; c) identificación de semejanzas y diferencias; y d) diseño de una investigación. En cada una de ellas se distinguen cuatro niveles de desempeño en los estudiantes. Para definir cada uno de ellos nos basamos en los estándares de aprendizaje propuestos en la LOMCE (MEC, 2014). Por ejemplo, para la identificación de ideas y establecimiento de relaciones se consideró que en el nivel 1 se encontraban aquellos alumnos que no eran capaces ni de identificar la idea principal ni la secundaria, y en el nivel 4 aquellos que identificaban las ideas y establecían relaciones con otros conocimientos. Una vez establecida una primera versión de la herramienta, se realizó un análisis de los cuadernos recogidos. Tras examinar los resultados obtenidos, se consideró la necesidad de añadir una nueva categoría, el nivel 0, que correspondía con aquellos alumnos que no respondían a la actividad. También se ajustaron el resto de categorías, concretando más el desempeño alcanzado en cada una de ellas. La misma herramienta fue utilizada tanto en la prueba inicial como en la final, y la versión completa de la misma se puede consultar en el anexo.

RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos por los estudiantes de ambos centros en base a la demanda realizada en cada tarea (figura 1). Se abordan los resultados obtenidos por cada centro en la prueba inicial y la final, y se compara el desempeño de los estudiantes en ambos centros.

En cuanto a la identificación de la idea principal y la idea secundaria a partir de un texto, y el establecimiento de relaciones con su conocimiento previo, se observa que en JNT, 26 de los 43 estudiantes se sitúan en el nivel 2, es decir son capaces de identificar la idea principal o la idea secundaria. El resto, llega como máximo al nivel 3, por lo que identifican tanto la idea principal como la secundaria, aunque no establecen relaciones con otro tipo de conocimiento. Respecto a la prueba final, encontramos que hay un retroceso en su desempeño, ya que más de la mitad se sitúa en el nivel 1 y el resto en el nivel 2.

En el centro en el que se trabaja con los Cuadernos Inteligentes (centro JAL) se observa una pauta distinta en los datos. En la prueba inicial, al igual que en el centro JNT, la mayoría de los alumnos se sitúan en el nivel dos, sin embargo sí que se observa una mejora en la prueba final. En ella, 14 de los 29 estudiantes llegan a alcanzar el nivel 3 y al menos dos el nivel 4. Es decir, llegan a ser capaces de identificar las ideas del texto y establecer relaciones entre estas y su conocimiento previo.

En relación a la formulación de preguntas de investigación, los resultados muestran que en JNT, tanto en la prueba final como en la inicial, la mayoría de los estudiantes se encuentra en el nivel 2, solo son capaces de formular preguntas anecdóticas. Por preguntas anecdóticas entendemos aquellas que no solicitan informaciones relevantes ni sobre las lombrices ni sobre las plantas. La mayoría hacen referencia a cuestiones que se responden con una información concreta como cuál es el gusano más grande del mundo, o el más antiguo. Una pauta diferente se observa en los estudiantes del JAL, mientras que al inicio 16 estudiantes se sitúan en el nivel 2, y solo siete en el 3, al final casi todos alcanzan este nivel. Es decir, formulan al menos una pregunta relevante, entre los distintos ejemplos

que proporcionan los alumnos encontramos las que cuestionan la capacidad adaptativa de las plantas o su función en el mantenimiento de los ecosistemas.

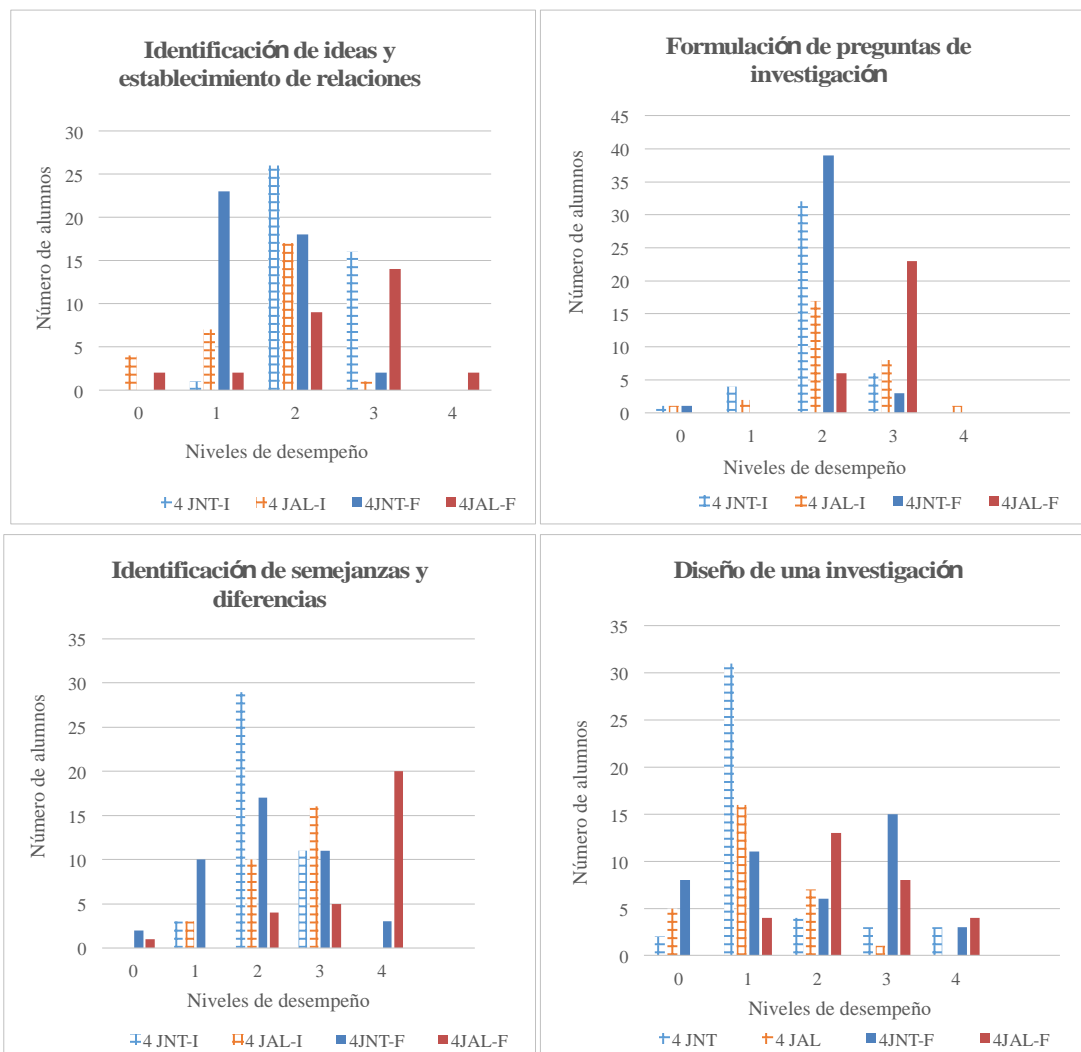


Figura 2. Resultados obtenidos en cada una de las demandas realizadas al alumnado. Leyenda: JNT-I: Prueba inicial del centro JNT; JNT-F, prueba final, JAL-I, prueba inicial del JAL y JAL-F, prueba final.

En la identificación de semejanzas y diferencias, en ambos centros podemos observar un avance del alumnado desde la prueba inicial hasta la final. En JNT, al inicio 28 de 43 estudiantes se sitúan en el nivel 2 y 11 en el nivel 3. En la prueba final, se observa que aunque se mantiene estable el número de alumnos que se sitúan en el nivel 3, disminuye el que se encuentra en el 2 y aumenta el del nivel 4, llegando tres estudiantes a ser capaces de identificar diferencias y semejanzas entre las plantas con flor y las plantas sin flor, añadiendo información extra como que ambas realizan la fotosíntesis o tiene unos requerimientos nutritivos específicos. En JAL, al inicio los alumnos muestran un desempeño similar a los del JNT, situándose entre los niveles 2 y 3; sin embargo en la prueba final hay un mayor incremento en el número de estudiantes que alcanza el máximo nivel, siendo 20 de 29.

Por último, respecto a su capacidad para diseñar una investigación, encontramos que al inicio en JNT hay estudiantes situados en todos los niveles de desempeño. Hay que destacar que aunque la mayoría de ellos, 31 de 43, se sitúan en el nivel 1, hay tres que se

encuentran en el 4. Es decir, son capaces de identificar la pregunta de investigación, formular hipótesis adecuadas a la pregunta y diseñar un experimento acorde a estas hipótesis iniciales. En el JAL, el desempeño de los estudiantes al inicio de curso es inferior al del JNT, ya que ninguno de los alumnos alcanza el nivel 4, y únicamente uno el nivel 3. Sin embargo, esta pauta cambia en la prueba final, donde se puede observar cómo los alumnos alcanzan los niveles superiores. Si comparamos la evolución en ambos centros, encontramos que el cambio es mayor en JAL que en JNT. Mientras que en el JNT, el número de estudiantes que alcanza el nivel 4 se mantiene estable, en el JAL pasan de cero a cuatro los que lo alcanzan este nivel. También se observa esta diferencia en los que se sitúan en el nivel 0. En la prueba final de JNT incrementa el número de estudiantes que no responden a la pregunta se incrementa de dos a siete, mientras que en JAL todos los estudiantes responden a esta cuestión.

CONCLUSIONES

En este estudio se examinan los resultados de la implementación de una nueva propuesta de enseñanza de Ciencias, los Cuadernos Inteligentes, en el aula de Educación Primaria. Para ello, se comparan los resultados obtenidos por 72 alumnos de 4º de Primaria, pertenecientes a dos centros en que se trabajan las ciencias desde el enfoque CLIL, uno de ellos, el centro JAL, combina este enfoque con los Cuadernos Inteligentes. Del análisis de los resultados se derivan las siguientes conclusiones:

El desempeño de los estudiantes de ambos centros mejora a lo largo del curso, excepto en su capacidad para identificar la idea principal y las ideas secundarias y establecer relaciones con su conocimiento previo. En el centro JNT, mientras que al inicio la mayoría de ellos se sitúan en los niveles 2 y 3, es decir que llegan a ser capaces de identificar la idea principal y las ideas secundarias, al final más de la mitad se encuentran en el nivel 1. Si comparamos ambos centros encontramos que hay diferencias respecto a la mejora experimentada por los estudiantes desde la prueba inicial a la final, siendo superior en el centro que utiliza los Cuadernos Inteligentes. Sobre todo, destacan las diferencias que se encuentran en la formulación de preguntas de investigación y en la comparación e identificación de semejanzas y diferencias. En cuanto a la formulación de preguntas, mientras que en el JNT solo 2 estudiantes se sitúan en el nivel 3, en el JAL este número es mucho mayor, llegando casi a su totalidad. Un comportamiento similar se observa en la identificación de semejanzas y diferencias, en JAL 20 de los 29 alumnos identifican las semejanzas y diferencias e incorporar nueva información, sin embargo en JNT solo tres se sitúan en este nivel.

En este punto, es necesario destacar el papel del andamiaje proporcionado por la maestra durante el curso. Por ejemplo, en cuanto a la formulación de preguntas, el conocer el tipo de preguntas que existen, qué demanda cada una de ellas y cómo son construidas, ha sido trabajado a lo largo del curso, tanto en la asignatura de Science, como en Lengua Castellana. Esto consideramos que ha podido influir en que el alumno mejorara el tipo de preguntas formuladas, ya que en otro estudio (Bravo Torija *et al.*, 2016) en el que se examinan el tipo de preguntas formuladas por estos alumnos se encontró que, mientras que en la prueba inicial la mayoría de las preguntas eran de tipo declarativo, en la final el número de preguntas predictivas incrementaba significativamente. Algo similar ocurre con la tarea de identificar semejanzas y diferencias, el organizador gráfico empleado en la tarea, el diagrama de Venn, había sido utilizado por los estudiantes desde el inicio de curso, lo que ha podido influir en la mejora en su desempeño. Estos resultados ponen de manifiesto la importancia de la figura del profesor en la implementación de esta nueva propuesta de enseñanza en el aula. Por tanto consideramos relevante profundizar en el

estudio de aspectos concretos como qué tipo de recursos utiliza el docente y qué estrategias despliega para promover tanto la adquisición del conocimiento de ciencias, como de la competencia de comunicarse en lengua extranjera.

El estudio presentado es un trabajo inicial que forma parte de un proyecto de investigación mucho más amplio. Actualmente, se está realizando un seguimiento a los estudiantes que pertenecen al centro en que se utilizan los Cuadernos Inteligentes como metodología de aula, con el objetivo de realizar un estudio longitudinal desde 4º hasta 6º de Educación Primaria. De esta forma, esperamos poder ahondar en cómo los Cuadernos Inteligentes ayudan a mejorar el aprendizaje del alumnado, realizando entrevistas a los estudiantes y a los docentes que les acompañan en sus aulas. Además, se están elaborando nuevos materiales, que incluyen diferentes organizadores gráficos y distintos tipos de inputs, con el objeto de reconocer si la mejora que se produce en el aprendizaje de los alumnos se relaciona con una mejora en la adquisición del conocimiento científico y de las habilidades que lo caracterizan, o lo que influye es que los alumnos reconocen estos organizadores y reproducen lo realizado en el aula.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto JIUZ-2015-CIE-04 financiado por la Universidad de Zaragoza, con el mecenazgo de la Fundación Ibercaja, al proyecto EDU2012-38022-C02-01 financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, y al Grupo de Investigación BEAGLE. IUCA (Instituto Universitario en Ciencias Ambientales), financiado por el Gobierno de Aragón. A los coles participantes en el estudio y a todos sus alumnos.

BIBLIOGRAFÍA

Archila, P. A. (2013). La argumentación y sus aportes a la enseñanza bilingüe de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 406-423.

Aragón Méndez, M. M. (2007). Las ciencias experimentales y la enseñanza bilingüe. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (1), 152-175.

Bravo-Torija, B., Gil-Quílez, M. J., Martínez-Peña, B. y Embid, B. (2016). *How, when and why? An analysis of primary students' science questions*. Comunicación Presentada en el 11º Congreso Internacional European Reaserachers in Didiactics of Biology (ERIDOB), Karlstads, Suecia.

Coyle, D, Hood, P., y Marsh, D. (2010) *CLIL: Content and Language Integrated Learning*. Cambridge. United Kingdom: Cambridge University Press.

Escobar-Urmeneta, C. (2008). Talking English to learn Science. A CLIL experience in Barcelona. En M. Dooly (Ed.), *How were going about it. Teachers' voices on innovative approaches to teaching and learning languages* (pp. 127-138). Cambridge. Cambridge Scholar Press.

Lara-Alecio, R., Tong, F., Irby, B. J. Guerrero, C., Huerta, M. y Fan. Y. (2012). The effect of an instructional intervention on middle school English learners' science and English reading achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(8), 987-1011.

Macarelli, K. (2010). *Teaching science with interactive notebooks*. London: SAGE.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MEC). (2014). Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

Nikula, T. (2015). Hands-on tasks in CLIL Science classrooms as sites for subject-specific language use and learning. *System*, 54, 14-27.

Pérez-Vidal, C. y Roquet, H. (2015). The linguistic impact of a CLIL Science programme: An analysis measuring relative gains. *System*, 54, 80-90.

Ramos, S. L. (2013). *Desarrollo de competencias multilingües, aprendizaje de la ciencia y de su didáctica: oportunidades de los contextos AICLE para la formación de profesores de ciencias*. Comunicación presentada en el IX congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Girona, España.

Ramos, S. L. y Espinet, M. (2013) Una propuesta fundamentada para analizar la interacción de contextos AICLE en la formación inicial del profesorado de ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 31(3), 27-48.

Ryan, T (1990). *Thinker's Keys for Kids*. Último acceso el 18 de enero de 2016 desde: http://www.tonyryan.com.au/blog/wp-content/uploads/Thinkers_Keys_Version1.pdf

ANEXO

Demanda de la tarea	Nivel 4	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1*
Identificación de ideas principales y secundarias, y establecimiento de relaciones	Distingue la idea principal y las secundarias y establece conexiones con nueva información	Distingue la idea principal y las secundarias y establece conexión pero sin aportar información adicional	Distingue la idea principal o las secundarias, y no realiza ninguna conexión	No distingue la idea principal de las secundarias
Formulación de preguntas de investigación	Formula más de una pregunta relevante, conectándolas con otros conocimientos	Formula preguntas anecdóticas y al menos una relevante	Formula preguntas solamente anecdóticas	Formula preguntas que se contestan directamente con el texto
Identificación de semejanzas y diferencias	Compara e identifica diferencias y semejanzas, y añade información	Compara e identifica las diferencias y semejanzas, sin añadir información adicional	Compara e identifica diferencias o semejanzas adecuadas	Cita o copia la información proporcionada sin hacer comparaciones
Diseño de una investigación	Identifica la pregunta de investigación, formula hipótesis y plantea un diseño coherente para resolverlas	Identifica la pregunta de investigación, formula hipótesis, pero no realiza el diseño experimental	Identifica la pregunta de investigación pero ni propone hipótesis, ni la forma de comprobarlas	No identifica la pregunta de investigación

Los contenidos procedimentales y actitudinales en las diferentes leyes educativas en España. La necesidad de colaboraciones científicos–profesores–estudiantes para conseguir la alfabetización científica

Cáceres, F. J. P.,¹ Vílchez-González, J. M.,² González-García, F.²

¹IES Jardines de Puerta Oscura. Málaga.

²Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.

javiercacerespiiisa@gmail.com

RESUMEN

En este trabajo se presenta un estudio de la presencia de contenidos procedimentales y actitudinales a lo largo de las diferentes leyes de educación en España, y argumentamos la importancia de la creación de colaboraciones entre científicos, profesores y estudiantes (STSPs) que permitan al alumnado entender qué es la Ciencia y cómo se desarrolla en contextos reales de investigación, tutorizados por científicos profesionales. Concluimos que a lo largo de la historia las diferentes leyes educativas son deficitarias en la incorporación de contenidos procedimentales, y especialmente actitudinales, en los currículos de materias científicas, y que sería necesaria la colaboración de científicos en los institutos. Además, presentamos un ejemplo de STSP que ha conseguido consolidarse como una metodología rica en actividades innovadoras y que parece ser muy efectivo para lograr la alfabetización científica en los estudiantes de 4º ESO y 1º de Bachillerato en Educación Secundaria: el proyecto educativo científico PIISA.

Palabras clave: *competencia científica; colaboraciones científicos/profesores/estudiantes; estudio de caso.*

INTRODUCCIÓN

Enseñar y aprender no están conectados por naturaleza. La enseñanza no produce aprendizaje de forma intrínseca, sino que *crea un contexto* en el que el aprendizaje puede tener lugar. Mucho aprendizaje se produce sin enseñanza, y mucha enseñanza tiene lugar sin producir aprendizaje. En otras palabras, lo que termina siendo aprendido puede o puede no ser lo que se ha querido enseñar.

Conseguir que el alumnado de Educación Secundaria aprenda ciencias de una manera efectiva, motivadora y duradera en el tiempo no parece ser tarea fácil. De hecho, cada año son menos los alumnos que muestran interés por estas disciplinas. Por tanto, replantearse las estrategias necesarias para conseguirlo empieza a ser una necesidad educativa prioritaria en los países europeos. ¿Qué podemos hacer los profesionales de la educación para revertir esta situación?

En este sentido nos planteamos una reflexión sobre la evolución de la enseñanza de las materias científicas en los centros de Educación Secundaria, las cuales se basan

fundamentalmente en unos currículos oficiales basados en contenidos *conceptuales*, *procedimentales* y *actitudinales* que por sí mismos parecen no ser eficaces para lograr una enseñanza adecuada de las materias científicas, y requieren ser complementados de otro tipo de actuaciones dentro y fuera de las aulas. ¿En qué grado son importantes los contenidos procedimentales y actitudinales utilizados para que el enseñar y el aprender realmente consigan sincronía?; ¿en qué medida están presentes en las diferentes leyes educativas para favorecer la alfabetización científica en el alumnado?; ¿existen colaboraciones entre profesores de secundaria y científicos profesionales que pudieran favorecer dichos aprendizajes?

Existen teorías educativas que defienden ciertas estrategias y/o procesos para que el aprendizaje se produzca, como “A comprehensive understanding of human learning” de Knud Illeris, “A social theory of learning” de Etienne Wenger, “The practice of learning” de Jean Lave, “Learning to be a person in society: learning to be me” de Peter Jarvis, “An overview on transformative learning” de Jack Mezirow, “Multiple approaches to understanding” de Howard Gardner.

Dichas teorías parecen contener algunas de las claves para conseguir los logros educativos que nos cuestionamos en este estudio. Algunas de esas claves se han conseguido implementar en un conjunto de actividades (con gran peso de contenidos procedimentales y actitudinales) realizables fuera del aula en contextos reales de investigación (laboratorios del CSIC, Universidades y Empresa) dentro del proyecto educativo PIISA (Proyecto de Iniciación a la investigación e Innovación en Secundaria: www.piiisaandalucia.blogspot.com). Dicho proyecto, tras seis años de innovación parece estar consiguiendo resultados espectaculares en el alumnado de varias comunidades autónomas españolas, especialmente en su valoración de las materias científicas y su visión social de la Ciencia.

En muchas partes del mundo los responsables en educación quieren que los centros educativos sean capaces de conseguir una enseñanza innovadora, pero al mismo tiempo quieren conseguir “buena calidad” en las pruebas de evaluación internacionales, como PISA. Parece haber una clara contradicción en las demandas políticas, pero quizás iniciativas como PIISA contribuyan a la respuesta al dilema con las estrechas colaboraciones STSPs, sacando los estudiantes de los centros educativos y enfrentándolos a situaciones reales e innovadoras de aprendizaje de la mano de los científicos en los laboratorios de investigación.

En definitiva, podemos cuestionarnos: “la innovación está en gran demanda, pero ¿pueden los institutos realmente conseguirla?”

Contenidos procedimentales y actitudinales en la competencia científica.

Enseñar ciencia a estudiantes de educación secundaria no es tarea fácil; de hecho, cada año menos jóvenes deciden estudiar ciencias, lo cual puede apuntar a que algo se está haciendo mal en las aulas desde hace mucho tiempo. Muy al contrario, requiere de un conjunto de actuaciones dentro y fuera del centro educativo, que permitan conseguir que los estudiantes se sientan motivados por su estudio y quizás incluso decidan emprender sus estudios superiores y profesionales en esos campos del conocimiento.

Una de las claves para conseguirlo puede estar en favorecer las actividades en las que los contenidos procedimentales y actitudinales consigan motivar el interés del alumnado por el aprendizaje de contenidos puramente conceptuales (actualmente con un mayor peso en el currículum oficial).

Volviendo la mirada en la historia vemos que la Ciencia, entonces llamada Filosofía Natural, fue introducida en las pocas escuelas que existían a mediados del siglo XVIII. Posteriormente en el siglo XIX Thomas Huxley, Henry Armstrong y Thomas Percy Nunm en Inglaterra, John Dewey en los Estados Unidos, Ernst Mach y Johanm Friedrich Herbert en Alemania, y Condorcet en Francia fueron algunos de los defensores de una enseñanza de la Ciencia a nivel popular (Matthews, M. R. 2015). Pasaron los años y tras múltiples debates sobre si la teoría o la práctica eran las mejores formas para que los estudiantes aprendieran los principios de la ciencia, todavía hoy persiste este dilema a la hora de estructurar los currículos de materias científicas.

Un ejemplo del tipo de ciencia al que los nuevos movimientos se oponían es la que plantea cuestiones como: “una fuerza de 500 newton actúa 10 segundos sobre una masa de 250 gramos. ¿Qué momento es comunicado al cuerpo?”. Esta cuestión se plantea sin que los estudiantes conozcan qué supone dicha fuerza en la vida real. Por ejemplo, ¿podría esa fuerza tumbar a una persona?, ¿podría mover una naranja situada sobre una mesa?, etc.

Se puede decir que han competido tres tradiciones en la enseñanza de las ciencias hasta nuestros días: teórica, destacando los conceptos (modelo tradicional); aplicada, enfatizando la ciencia y el funcionamiento de las cosas cotidianas (modelo por descubrimiento); y la liberal/contextual, recalando el desarrollo y las implicaciones culturales de la ciencia (socioconstructivismo). Una importante tendencia en el desarrollo de la enseñanza de las ciencias hasta 1950 fue el incremento en la aceptación de los aspectos práctico, vocacional, social y humanitario, así como su inclusión en el currículum.

En ese sentido, existen tendencias que defienden que los escenarios educativos actuales requieren abordar innovaciones desde la educación científica en aras a contribuir a que los estudiantes adquieran “niveles aceptables” de conocimientos sobre ciencia y tecnología, que puedan aplicar en las situaciones reales que se van a encontrar en su vida diaria y ayudándoles a ser ciudadanos alfabetizados científica y tecnológicamente. El esquema de PISA (OCDE, 2002), contempla la noción de «contexto» en que se insertan las actividades, a partir del análisis de situaciones o problemas reales; las competencias que los estudiantes han de aplicar; y el conocimiento y las actitudes que ponen en juego.

Sin embargo, existen tendencias muy críticas con PISA (con una agencia privada de 40.000 trabajadores asesorando) que la describen como una iniciativa de la OCDE para conseguir una *estandarización de la educación*, exportable de unos países a otros pero sin tener en cuenta las propias señas de identidad de los diferentes sistemas educativos, las diferentes culturas, tradiciones, etc. en definitiva las personas, su entorno social y sus propósitos en educación.

Una argumentación crítica con lo anterior es la de Biesta, G. (2009) afirmando que en la actualidad existe mucha discusión sobre los procesos educativos y su mejora, pero poca entorno a lo que esos procesos supuestamente van a dar lugar o el impacto que ocasionarán en el tipo de educación que queremos para nuestras democracias. Es decir, hay poca discusión explícita sobre los propósitos que constituye una “buena educación” para conseguir sus tres funciones: *qualification*, *socialisation* y *subjectification*. En definitiva, lo que está desapareciendo del horizonte educativo es el reconocimiento de que también importa qué aprenden y para qué aprenden los estudiantes. Propone que las medidas de lo que funciona “*What works*” basadas en valores (*value-based education*) pueden ser una alternativa mucho más acertada que las basadas en evidencias (*evidence-based education*).

Una argumentación favorable puede ser la de la European School para la búsqueda de la mejora centrada en “*measurable outcomes*” y “*basic skills*”. Y las competencias de la OCDE se basan fundamentalmente en: objetivos estandarizados (medidos con test); respuestas correctas, profesores y test conocidos; individualmente y de forma selectiva; escribir, una sola forma de comunicación

Dentro de las investigaciones realizadas en España entorno a la enseñanza de las ciencias Franco-Mariscal, A. J. (2015) infiere que la competencia científica en una enseñanza aprendizaje por investigación (indagación) tiene siete dimensiones: planteamiento de la investigación; manejo de la información, planificación y diseño de la investigación, recogida y procesamiento de datos; análisis de datos y emisión de conclusiones; comunicación de resultados; y actitud o reflexión crítica y trabajo en equipo. En otro estudio de Pro, A. (2013) clasifica los contenidos procedimentales distinguiendo cuatro ámbitos: destrezas de investigación, básicas, técnicas y comunicativas. También sus estudios de Pro. A., (2003) presentan cuatro categorías en contenidos actitudinales científicos: hacia las ciencias, hacia la actividad científica, respeto por el medio y hábitos saludables.

Sin embargo, este enfoque está lejos de ser logrado generalizadamente (Osborne y Dillon, 2008). En España, el informe ENCIENDE (COSCE, 2011) plantea la alfabetización científica en el marco de la competencia científica, resaltando su importancia no solo para aquellos que acabarán formando parte de la comunidad científica sino para la totalidad de los ciudadanos.

Los contenidos en procedimientos y actitudes son muy importantes para conseguir dicho objetivo, sin embargo, durante la historia reciente de España, son los contenidos conceptuales los que dominan de forma abrumadora los currículos de materias científicas en las diferentes leyes educativas. Por tanto, nos planteamos a continuación una reflexión sobre la posible influencia de los contenidos procedimentales y actitudinales para conseguir dichos objetivos.

Estudio de la evolución de los currículos de materias científicas en España.

A Principios de 1980 se produjo una crisis en la enseñanza de las ciencias en Estados Unidos, la llamada “*the science literacy crisis*” o “*the flight from science*” (Bishop, 1989). A pesar de la cantidad de dinero y esfuerzo que se había dedicado, el grueso de los graduados en secundaria y la sociedad en general tenía unos conocimientos mínimos en ciencia. Una minoría sabía bastante, y una mayoría muy poco. Pero lo que produjo una atención popular y una actuación del gobierno fue la publicación en 1983 de “*A nation at risk*” (NCEE, 1983). En 1985, se estableció un extensivo estudio nacional llamado “*Project 2061*” para estimular y promover una revisión de la enseñanza de las ciencias en las escuelas. El primer informe “*Science for all Americans*” fue publicado en 1989 (AAAS 1989, Rutherford & Ahlgren 1990) y en dicho informe se cita literalmente “*uses scientific knowledge and scientific ways of thinking for individual and social purposes*”.

En el presente estudio hacemos un análisis de cómo han evolucionado los contenidos procedimentales y actitudinales de las materias científicas en la legislación española en las últimas décadas. Por tanto, compararemos algunos de esos procesos y elementos de las teorías educativas con la evolución de los contenidos de los currículos. Para ello realizaremos un estudio detallado de los contenidos en procedimientos y actitudes presentes en los currículos de materias científicas de las legislaciones siguientes en España: LOMCE (2014), LOE (2006), LOCE (1 mes), LOGSE (2000), Ley General de Educación (1970).

Nos centraremos en los cursos de 4º ESO y 1º Bachillerato analizando los contenidos en materias de ciencias. En la Tabla I se muestra la proporción de contenidos procedimentales y actitudinales en las distintas materias de disciplinas científicas y leyes educativas de las últimas épocas.

Tabla I. Proporción de contenidos procedimentales y actitudinales de disciplinas científicas en legislación española^()*

LEY	4º ESO					1º Bachillerato				
	FyQ	ByG	Tecn	Cult.Ci ent	Cienc. Aplic	FyQ/F/F	ByG	Cult.Cient/ CMC	Anatomía Aplic.	Tecno Industrial
LOMCE	15.2 / 11.7	25.4 / 21.5	44.8 / 20.6	20.9 / 39.5	47.2 / 58.3	32.1 / 8.3	32.1 / 8.3	21.4 / 42.8	25.0 / 20.8	26.0 / 13.0
LOE	15.6 / 31.2	21.8 / 25.0	36.0 / 21.0			15.0 / 30.0	10.0 / 10.0	25.0 / 60.1		
LOCE No entra en vigor	13.5 / 14.8	4.9 / 6.5	54.1 / 29.1			14.8 / 3.7	14.0 / 8.0			
LOGSE	12.5 / 12.5	12.5 / 12.5	26.6 / 6.6			2.5 / 10.5	10.7 / 10.7			
L.G.E	No se contemplan contenidos procedimentales ni actitudinales									

^(*) Código de las celdas: procedimentales / actitudinales (porcentaje en relación al total de contenidos)

De una lectura superficial de estos datos podemos concluir que los contenidos conceptuales son los que predominan en los currículos españoles a lo largo de las últimas décadas. En consecuencia, nos cuestionamos si dicho déficit de contenidos procedimentales y actitudinales está teniendo un efecto negativo en los conocimientos de ciencia de los estudiantes de educación secundaria en España.

¿Podemos encontrarnos ante una crisis en la enseñanza de las ciencias en nuestro país, especialmente propiciada por los contenidos inadecuados de los propios currículos oficiales, y en consecuencia con la no potencialidad de crear actividades adecuadas para dicha enseñanza? ¿Qué nuevas estrategias educativas podrían ayudar a trazar un nuevo mapa en la enseñanza de las ciencias?

Las colaboraciones estudiantes-profesores-científicos para la enseñanza de las Ciencias.

Para enseñar a un joven a tocar un instrumento musical se le suele animar a tocar uno real, incluso a ir a un concierto a escucharlo y ver como lo hace sonar un profesional. De igual forma, para enseñarle deporte se le suele entrenar en unas pistas deportivas, una piscina, se le anima a asistir y participar en partidos profesionales, etc.

Si embargo, para enseñarle ciencia se viene utilizando de forma tradicional solo una pizarra, un libro, un vídeo y con suerte que vea en el laboratorio del instituto (sin apenas medios) algún montaje experimental, que no un experimento. No se le suele sacar del centro educativo e introducirle en un laboratorio real de investigación, que trabaje tutorado por un científico profesional, que vea y utilice instrumentos y métodos de investigación reales, etc. En definitiva, estamos pretendiendo enseñar ciencia pero sin que puedan ver y sentir lo que es la ciencia y cómo se hace en el mundo real. Ante esta

situación, o como profesionales invertimos esta tendencia y déficit de medios, o más que motivar a los estudiantes estaremos esforzándonos para desmotivarles en el interés por estos campos del conocimiento. ¿Cómo es posible que tras tantos años esta tendencia siga prácticamente igual?

Incluir estrategias de colaboración entre científicos/profesores /estudiantes (STSPs) en la educación científica es una estrategia para que los estudiantes se involucren en el proceso investigador, obteniendo una perspectiva de la ciencia, como esfuerzo creativo, en lugar de una colección rígida de ideas teóricas (McLaughlin et al., 2015).

La formación del profesorado de Educación Secundaria en las estrategias necesarias para enseñar Ciencia es fundamental para conseguir que los estudiantes aprendan, se motiven y decidan cursar materias científicas durante la secundaria y posteriormente en la Universidad (Pro, A. 2016). La literatura demuestra que la conexión entre la ciencia que se estudia en las aulas y las experiencias vividas por los estudiantes en su contexto real previenen a los estudiantes de percibir la ciencia como aburrida y distante (Lin, Hong, & Huang, 2012).

Con el objetivo de potenciar y optimizar la competencia científica en los estudiantes, es importante tener en cuenta que las colaboraciones entre profesorado de educación secundaria, profesorado universitario y científicos profesionales se han convertido en una estrategia para las reformas actuales sobre la enseñanza de las Ciencias (Houseal, Abd-El-Khalick & Destefano, 2014). Las colaboraciones científicos-profesores fomentan y fortalecen la competencia científica en los estudiantes, como su “*inquiry thinking*” (Lee & Butler, 2003), su comprensión de conceptos, y su capacidad de resolución de problemas.

Un ejemplo innovador de STSPs es el proyecto educativo científico PIIISA¹ en Educación Secundaria y Bachillerato. Los estudiantes se adentran en los laboratorios del CSIC, Universidades y Empresas, y tras todo un curso académico tutorados por científicos terminan presentando una comunicación oral en inglés y un póster (Alché, J.D., 2014) sobre su investigación en un congreso científico (como si de científicos profesionales se tratara). Ya han participado entorno a 3500 estudiantes, 700 investigadores y 300 profesores de instituto.

El estudio de las señas de identidad, objetivos, metodologías y resultados que se están obteniendo en los estudiantes PIIISA es muy interesante, y parece haber conseguido un punto de inflexión o contribuir de forma efectiva en la enseñanza de las ciencias en secundaria. Las señas de identidad de PIIISA son permitir a los estudiantes:

- a) experimentar un aprendizaje activo y social fuera de los centros de secundaria.
- b) involucrarse en proyectos de investigación de la mano de científicos profesionales en contextos reales.
- c) tener su primer contacto con la investigación y descubrir qué es y cómo se hace.
- d) aprender gracias a un conjunto de actividades muy innovadoras durante todo un curso académico.

Además todo lo anterior es efectivo para conseguir: aprender a comunicar conceptos científicos en inglés, el lenguaje internacional de la Ciencia; organizar sus ideas y entender mejor las diferentes áreas científicas disponibles; no te forma, te transforma; aparecer como autores en publicaciones científicas desde edades tempranas; desvanecer los mitos prevalentes en la sociedad de cómo se construye la Ciencia; contribuir

¹ www.piiisaandalucia.blogspot.com

positivamente al incremento de estudios científicos en la etapa secundaria y universitaria. Y en consecuencia ayudar a crear una nueva generación de jóvenes entusiastas y mejor preparados científicamente, muchos de los cuales jugarán un papel importante en el futuro de la ciencia de España y Europa.

Finalmente, los estudiantes que participan en PIISA están aprendiendo de forma innovadora si están aprendiendo que: ser curioso es legítimo y un prerrequisito; cometer errores no es suspender; difícilmente existe una respuesta correcta; el mundo está ahí por descubrir y los libros te pueden guiar en el camino; los adultos pueden ser colaboradores en sus discusiones; la Ciencia es difícil, pero no imposible.

En definitiva en PIISA hay espacio para: curiosidad, experimentos, preguntas, errores, búsqueda de soluciones, no conocemos todo, nos comunicamos con los demás, ...

CONCLUSIONES

- A lo largo de la historia las diferentes leyes educativas son deficitarias en la incorporación de contenidos procedimentales, y especialmente actitudinales, en los currículos de materias científicas. El porcentaje de contenidos conceptuales es más alto que en los dos anteriormente mencionados y esto está teniendo una repercusión negativa en la enseñanza de las ciencias.
- Es necesaria la creación de actividades innovadoras y colaboraciones STSPs que permitan a los estudiantes entender qué es la Ciencia y cómo se hace en contextos reales de investigación tutorados por científicos profesionales en colaboración con sus profesores de instituto. Ello favorece tres funciones básicas de la educación: del conocimiento, de lo social y de lo personal.
- El conjunto de actividades y metodologías del proyecto educativo científico PIISA es muy innovador (a lo largo de todo un curso académico) y consigue incorporar todos los bloques de contenidos procedimentales y actitudinales presentes en la literatura. Pero además sus señas de identidad parecen ser muy efectivas para lograr de forma innovadora los objetivos que nos cuestionamos en este estudio. Defendemos que con este proyecto se está consiguiendo una alfabetización científica adecuada en los estudiantes y una gran motivación (según expresan en sus reflexiones “*My own ideas*” y los cuestionarios) hacia la ciencia. Por tanto, necesitamos a los científicos colaborando en nuestros centros de educación secundaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alché JD, Belver A, Castro AJ, Clemente A, Corpas FJ, Delgado L, Espinosa M, Jaime N, Martínez-Abarca F, Olías R, Palma JM, Rodríguez M, Romero E, Romero MC, Ruiz C, Saharawy M, Sandalio LM, Serrato A (2014). *High School Students for Agricultural Science Research.III*. Ed. Estación Experimental del Zaidín; Granada.

Biesta, G.J.J. (2009). *Good Education in an Age of Measurement*. Boulder, CO: Paradigm Publisher.

COSCE. 2011. Informe ENCIENDE: *Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar por edades tempranas en España*. Madrid: COSCE.

Franco-Mariscal, A. J. (2015). Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), 231-252.

Houseal, A. K., Abd-El-Khalick, F., y Destefano, L. (2014). Impact of a student–teacher–

scientist partnership on students' and teachers' content knowledge, attitudes toward science, and pedagogical practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 84–115.

Lee, H. S., y Butler, N. (2003). Making authentic science accessible to students. *International Journal of Science Education*, 25(8), 923–948.

Lin, H. S., Lawrenz, F., Lin, S. F., y Hong, Z. R. (2012). Relationships among affective factors and preferred engagement in science-related activities. *Public Understanding of Science*, 22(8), 941–954.

Matthews, M. R (Routledge). 2015. *Science Teaching. The contribution of history and philosophy of science*. Editorial: Ciudad.

McLaughlin, Ch.; Broob, J.; MacFaddena, B. y Morana, S. (2015). Not Looking a Gift Horse in the Mouth: Exploring the Merits of a Student–Teacher–Scientist Partnership. *Journal of Biological Education*.

OCDE (2002). *Definition and Selection of Competences (DeSeCo): theoretical and conceptual foundations*. OCDE: París. Disponible en línea: <<http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseco/en/index/02.html>> (consulta: 30-03-15).

Osborne, J. y Dillon, J. (coord.) 2008. “*Science education in Europe: Critical reflections*”. Nuffield Foundation: London.

Pro, A. (2013). Enseñar procedimientos: por qué y para qué. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 73.

Pro, A., Martínez-Artero, R. (2016). ¿Qué pensaban los estudiantes de la diplomatura de maestro de educación primaria sobre las clases de Ciencias de sus prácticas de enseñanza?. *Enseñanza de las Ciencias*, 34 (1) 7-32.

¿Ayuda la utilización de cuestionarios de Moodle a mejorar el rendimiento académico del alumnado?

Caminal, A., Puigcerver, M., Colomer, M., Durán, H., Sanz, M. C., Castelló, J.

Departamento de Educación Lingüística y Literaria y de la Didáctica de las Ciencias Experimentales y la Matemática. Facultad de Educación. Universidad de Barcelona.

acaminal@ub.edu

RESUMEN

Se analiza el uso de cuestionarios *on line* como herramienta de autogestión del aprendizaje y evaluación formativa en dos grupos de la asignatura “Didáctica de la Materia, la Energía y la Interacción” de segundo curso del Grado de Educación Primaria y de un grupo control en el que no se usaron. Se investiga el efecto de su uso en el rendimiento académico y se valoran posibles actitudes antiéticas derivadas de su incentivación. Los resultados reafirman el efecto predictor de los cuestionarios sobre la calificación final de estudios anteriores. Aunque su presencia no garantiza una mayor tasa de éxito de los alumnos, un mayor uso, incrementa la calificación final de la asignatura. Un pequeño incentivo de su uso asegura una alta participación en los cuestionarios por parte del alumnado, corroborando los resultados de estudios anteriores, aunque ello pueda despertar actitudes focalizadas en la calificación y no en el aprendizaje en algunos estudiantes.

Palabras clave

Cuestionarios *on line*, Evaluación Formativa, Campus Virtual, Moodle.

INTRODUCCIÓN

Los cuestionarios son herramientas de evaluación e investigación tradicionalmente usadas en la enseñanza que, mediante preguntas, nos permiten obtener información concreta del conocimiento de un individuo. Actualmente las diferentes opciones de educación *on line*, ya sean páginas webs o plataformas de gestión educativa como Moodle, incorporan la herramienta. Los cuestionarios *on line* permiten múltiples opciones de pregunta: verdadero o falso, opciones múltiples, relacionar palabras, respuesta numérica o de texto, etc. A su vez, permiten agilizar la corrección ofreciéndole al estudiante una retroacción instantánea de su estado de aprendizaje. El docente, aparte de las preguntas, también puede gestionar la forma, el momento y el contenido de dicha retroacción. Ésta dependerá de sus intenciones puesto que el cuestionario puede pensarse como elemento de evaluación sumativa o formativa. Los recursos *on line*, como los cuestionarios, facilitan a alumnos y profesores el poder compartir objetivos de aprendizaje y seguir el proceso hasta su consecución (Gikandi, Morrow, & Davis, 2011). Los cuestionarios *on line* son automáticos y una vez diseñados no ofrecen trabajo al docente, permitiendo dedicar su tiempo a otras tareas relacionadas con la asignatura, a la vez que le aporta información sobre el estado de aprendizaje de su alumnado (Blanco Abellán, Estela Carbonell, Ginovart Gisbert, & Saà Seoane, 2009). Así pues, los cuestionarios que ofrece el Campus Virtual Moodle, plataforma de gestión educativa utilizada en la Universidad de Barcelona, son unas herramientas que potencialmente

podrían ayudar a mejorar el rendimiento académico de los alumnos en cuanto que les permite gestionar y ser conscientes de su proceso de aprendizaje cuando éstos se utilizan como parte de su evaluación formativa. Para ello, resulta necesario incentivar de alguna manera su uso, ya que diversos estudios ; (Kibble, 2007; Wilson, Boyd, Chen, & Jamal, 2011) muestran que sin incentivos su utilización puede llegar a ser bajo (50%); sin embargo, con un ligero incentivo (por ejemplo dándole un peso de décimas de punto sobre una cualificación final sobre diez de una asignatura), este uso se incrementa hasta valores cercanos al 100% (Kibble, 2007). Hecho éste que coincide con la opinión de los propios alumnos, que en un 50% consideran que la motivación principal para realizarlos es el ligero beneficio en la calificación (Padilla-Walker, 2006).

Diversos autores han observado que el uso de estos cuestionarios incrementa la tasa de éxito del alumnado con respecto a grupos control en los que esta herramienta no se incluye en el campus virtual (Ćukušić et al., 2014, Dobson, 2008). En concordancia con estos resultados, se ha puesto de manifiesto que las calificaciones obtenidas por el alumnado en los cuestionarios de Moodle son unas buenas predictoras de la calificación final que obtienen en la asignatura (Azzi, Ramnanan, Smith, Dionne, & Jalali, 2015; Blanco Abellán & Ginovart Gisbert, 2012, Ćukušić et al., 2014; Dobson, 2008, , Kibble, 2007, McNulty, Espiritu, Hoyt, Ensminger, & Chandrasekhar, 2015,).

Por tanto, los antecedentes bibliográficos indican que los cuestionarios incentivados de Moodle se constituyen como un recurso que ayudaría a mejorar el rendimiento académico del alumnado. Aun así, Kibble (2007) sugiere que incentivar el uso puede generar comportamientos antiéticos por parte del alumnado, lo que podría poner en entredicho la bondad de esta herramienta. Estos autores observan cómo en cuestionarios que permiten dos intentos espaciados en el tiempo, el grupo de alumnos que han realizado una sola vez los cuestionarios tienen mejor nota en este primer que los alumnos que han hecho dos tentativas. Esto podría atribuirse a una mejor preparación o capacidad del primer grupo de alumnos, pero cuando se comparan las notas finales de la asignatura no se observan diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos. Ésta situación hace entrever que parte del alumnado utiliza los cuestionarios no como herramienta de autorreflexión de su estado de aprendizaje (evaluación formativa) sino como un medio fácil de sumar décimas mediante ayudas externas.

Los objetivos de este estudio son:1) investigar el efecto del uso de cuestionarios de Moodle en dos grupos-clase de la asignatura “Didáctica de la Materia, la Energía y la Interacción” de segundo curso del grado de Maestro de Educación Primaria de la Universidad de Barcelona, para verificar si dicho uso mejora el rendimiento académico del alumnado y si puede considerarse que la calificación obtenida en éstos es un buen predictor del mismo en la asignatura. 2) Investigar el efecto de la utilización de cuestionarios en estos dos grupos-clase con un tercero en el que no se ha utilizado este recurso en el Campus Virtual Moodle, para analizar cómo influye en el rendimiento académico. 3) Valorar la posibilidad de que el uso incentivado de cuestionarios genere comportamientos antiéticos por parte del alumnado.

MATERIAL Y MÉTODOS

La muestra objeto de estudio está constituida por tres grupos de alumnos que cursaron la asignatura “Didáctica de la Materia, la Energía y la Interacción” de segundo curso del Grado de Maestro de Educación Primaria en la Universidad de Barcelona. En dos de estos grupos (3A, curso 2012-2013, n= 35 alumnos y 3B, curso 2014-2015, n=32 alumnos) se pusieron a disposición del alumnado cuestionarios como un recurso más del Campus Virtual Moodle, mientras que en un tercer grupo (3C, curso 2012-2013, n=29 alumnos)

se evitó que el alumnado pudiera contar con este recurso, configurándose así como un grupo control. En total, se ha trabajado con una muestra de 96 alumnos.

Los grupos que presentaban el recurso (3A y 3B) realizaron un total de seis cuestionarios, uno por cada unidad temática de la asignatura. Los alumnos disponían de dos intentos, separados por un mínimo de 48 horas, siendo la nota final de cada cuestionario la calificación más alta de los dos intentos. Después del primer intento los alumnos solo recibían como retroacción la nota y el número de aciertos y errores. Al final del segundo intento, o una vez terminado el período en el que se les permitía responderlo, los alumnos tenían acceso a una retroacción más completa. El uso del cuestionario se incentivó mínimamente, la media de sus calificaciones en estos se ponderó con 0,5 puntos sobre el total de 10 con el que se evalúa la asignatura.

Las evidencias principales de evaluación que se tuvieron en cuenta a la hora de definir la calificación final de la asignatura fueron dos pruebas escritas individuales (60% de la nota) y un trabajo cooperativo en el que los alumnos, en grupos de tres, tenían que preparar una sesión con tres niños de Educación Primaria y demostrar sus habilidades dialógicas con éstos (30%). Finalmente, un 5% de la nota dependía de su participación general en otras actividades menores del curso (foros de discusión *on line*, la aportación personal a los glosarios de términos que se crearon colaborativamente en el Campus Virtual para cada tema, actividades experimentales realizadas en casa...), mientras que el 5% restante correspondía a los cuestionarios. En el caso del grupo control el porcentaje de la nota correspondiente a las actividades menores era de un 10% supliendo así la carencia de cuestionarios.

Cuando se trabaja en el Campus Virtual Moodle, así como cuando se navega por internet, cualquier acción realizada queda registrada en unos registros de servidor. Así pues, cada movimiento realizado por un alumno en el Campus Virtual de la asignatura queda almacenado pudiéndose exportar estos datos en una matriz en diferentes formatos, en nuestro caso como hoja de cálculo Excel. La actividad del alumnado en el campus viene determinada por varios factores, entre ellos los recursos que se le ofrecen. El volumen inicial de datos es de 17.200 registros en el grupo 3A (2.700 correspondientes a los cuestionarios), 12.700 en el 3B (2.220 de cuestionarios) y 7.300 en el 3C (grupo control). Esta información se tuvo que tratar para eliminar registros con información redundante o sin interés formativo y con el fin de dar significado a las acciones realizadas por los alumnos al trabajar con los cuestionarios, siguiendo el procedimiento realizado en estudios anteriores; (Caminal de Mingo, Albert; Vila Merino, Bárbara; García Wehrle, Paloma; Puigcerver Oliván, 2014; Vila Merino, Bàrbara; Caminal de Mingo, Albert; Puigcerver Oliván, Manel; García Wehrle, 2013). La intencionalidad del alumno queda definida por el nombre que recibe el registro que se almacena en el servidor, que, en el caso de los cuestionarios, contempla tres categorías:

- “Quiz View” (Qv) El alumno visualiza el recurso para obtener información sobre éste (número de intentos posibles, fecha límite de realización...).
- “Quiz attempt” (Qa) El alumno realiza una tentativa de resolución del cuestionario.
- “Quiz review” (Qr) El alumno entra a visualizar su retroacción en el cuestionario.

Con esta información se obtiene una matriz final de datos con la frecuencia de visualización (Qv), intentos (Qa), revisión (Qr) y uso total del cuestionario (Qt, que es la suma de las anteriores variables), junto con las calificaciones (Nota Final (NF), Nota del trabajo cooperativo (NT) y Nota promedio de los cuestionarios (NQ)), para cada uno de los alumnos.

Los análisis se efectuaron aplicando pruebas estadísticas paramétricas en caso de que los requisitos de aplicación de las mismas se cumplieran (anova de un factor, t de Student, correlación de Pearson y análisis de regresión múltiple), y aplicando pruebas no paramétricas en caso contrario (U de Mann-Whitney y correlación de Spearman). Para ello, se empleó el paquete de programas estadísticos SPSS ver. 20

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observa que la totalidad de los alumnos que disponían de cuestionarios hicieron tentativas de resolución, siendo el valor mínimo de intentos (Qa) de 2 (3B) y 5 (3A) de un máximo posible de 12 (seis cuestionarios con la posibilidad de repetirlo una vez). La media de Qa es de 9,2 para el grupo 3A y 9,4 para el 3B, superando de largo el intento por persona y cuestionario. Ésta situación refuerza las observaciones realizadas por Kibble (2007) sobre el alto porcentaje de uso, por parte de los estudiantes, en los cuestionarios elaborados con finalidades de evaluación formativa.

Como se puede apreciar en la Tabla 1, los dos grupos en los que los cuestionarios estaban incluidos como recurso en el Moodle (3A y 3B) presentan comportamientos diferentes.

Correlaciones entre Calificaciones y las variables sobre el uso del cuestionario

Grupo	3A			3B		
	Coef.	g.l.	p	Coef.	g.l.	p
NF - NQ	0.564	35	<0.01	0.619	32	<0.01
NF - Qt	0.509	35	<0.01	0.074*	32	0.686
NQ - Qt	0.710	35	<0.01	0.161	32	0.378
NQ - Qa	0.775	35	<0.01	0.223	32	0.219
NQ - Qr	0.484	35	<0.01	-0.420	32	<0.05
NQ - Qv	0.607	35	<0.01	0.123	32	0.504
NT - Qt	0.286	35	0.096	0.267	32	0.139

Tabla 1. Relación de correlaciones entre las calificaciones y el uso del recurso cuestionario. Se resaltan en fondo gris las correlaciones estadísticamente significativas. Las correlaciones paramétricas (Pearson) se marcan con un asterisco (); todas las demás corresponden a pruebas de correlación no paramétricas (Spearman)*

Así, en el grupo 3A existe una correlación estadísticamente significativa entre la calificación obtenida en el cuestionario y la calificación final obtenida en la asignatura, lo que se muestra en concordancia con los estudios previos que indicaban que las calificaciones obtenidas en los cuestionarios eran buenas predictoras de las calificaciones

de los estudiantes en las asignaturas (Azzi et al., 2015; Blanco Abellán & Ginovart Gisbert, 2012; Čukušić et al., 2014; Dobson, 2008; Kibble, 2007; McNulty et al., 2015). Asimismo, existe una correlación estadísticamente significativa entre el grado de utilización que hace el alumnado de los cuestionarios (Q_t) y la calificación final de la asignatura, lo que indica que un mayor uso de este recurso del campus virtual se ve recompensado con una calificación final de la asignatura más alta. En coherencia con lo anteriormente expuesto, existe también una correlación estadísticamente significativa entre el grado de utilización que hace el alumnado de los cuestionarios (Q_t) y la calificación que obtienen en los mismos; análogamente ocurre con el número de intentos (Q_a), con el número de revisiones (Q_r) y con el número de visualizaciones (Q_v); todo ello indica claramente que cuanto más se utiliza el recurso, más se aprende. Por el contrario, esta utilización del cuestionario (Q_t) no se halla correlacionada con la calificación obtenida en el trabajo cooperativo (NT) realizado grupalmente por el alumnado. El hecho que el trabajo no se centrara tanto en conceptos sino en la práctica de habilidades dialógicas concuerda con el hecho que estas dos variables no se hallen correlacionadas.

En el grupo 3B se pone de manifiesto prácticamente todo lo contrario: no existen asociaciones estadísticamente significativas en algunos de los casos anteriormente comentados (Tabla 1). En este grupo, la calificación obtenida en el cuestionario también es una buena predictora de la calificación que obtiene el alumnado en la asignatura, si bien existen diferencias estadísticamente significativas entre la calificación final de la asignatura obtenida por el alumnado del grupo 3A (que son más altas) y la obtenida por el grupo 3B ($t_{(53)}=3.291$, $p<0.01$, figura 1). Por otra parte, el grado de utilización que hace el alumnado de los cuestionarios (Q_t) no se asocia significativamente a la calificación final de la asignatura; tampoco se asocian, respectivamente, el grado de utilización de los cuestionarios (Q_t), el número de intentos (Q_a) y el número de visualizaciones (Q_v) con la calificación en los cuestionarios. Sorprendentemente, el número de revisiones (Q_r) sí se asocia, en este caso negativamente, con las calificaciones obtenidas en los cuestionarios.

Sin embargo, cuando se compara el grado de utilización que hace el alumnado de los cuestionarios entre los dos grupos-clase, puede apreciarse que existen diferencias estadísticamente significativas ($U_{(67)}=241.5$, $p<0.01$) siendo la mediana de la frecuencia de uso total de los cuestionarios (Q_t) superior en el grupo 3A (26) respecto al 3B (15).

Asimismo, cuando se efectúa un análisis de regresión múltiple paso a paso con ambos grupos-clase (3A y 3B) en el que la calificación final de la asignatura (NF) es la variable dependiente, siendo la calificación del cuestionario (NQ) y el grado de utilización de los cuestionarios (Q_t) las variables independientes, puede apreciarse que el análisis incluye ambas variables, sugiriendo fuertemente que, globalmente, el grado de utilización de los cuestionarios incide significativamente en la calificación final de la asignatura. ($NF=0.353*NQ+0.020*Q_t+3.866$, $R^2=0.379$, $F_{(2,64)}=19.528$, $P<0.01$).

Todo ello invita a pensar que un uso mayor de los cuestionarios del Campus Virtual Moodle mejora el rendimiento académico del alumnado.

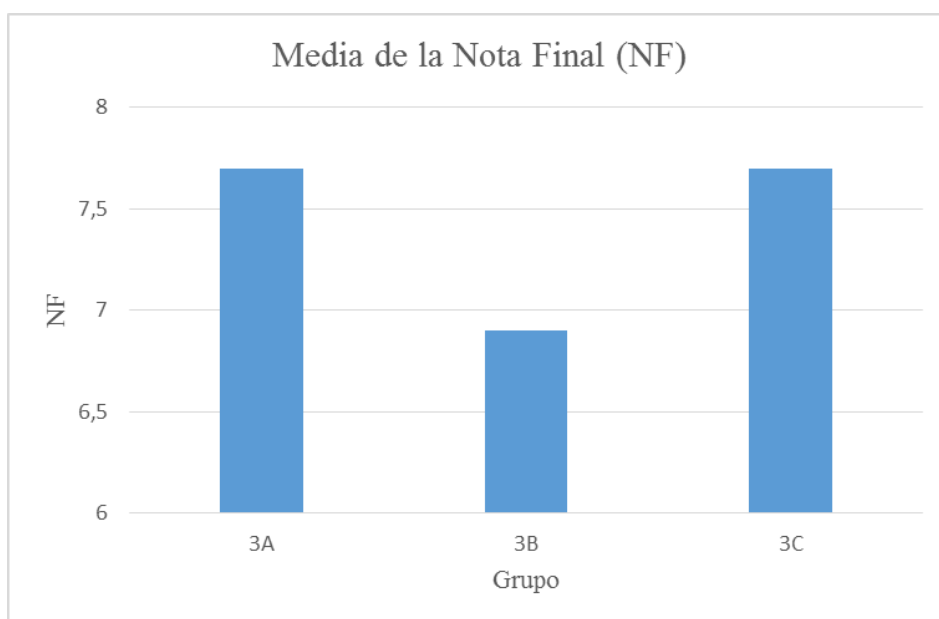


Figura 1. Comparación de la media aritmética de la Nota Final (NF) de la asignatura “Didáctica de la materia, la energía i la interacción” entre los grupos 3A (7,7), 3B (6,9) y 3C (7,7)

Por último, cuando se compara el rendimiento académico del grupo control (3C) con los dos grupos experimentales en los que se utiliza el recurso de los cuestionarios en el Campus Virtual Moodle (figura 1), puede apreciarse que existen diferencias estadísticamente significativas ($F_{(2,93)}=8.00$, $p<0.01$), mostrando los contrastes *post-hoc* que el grupo 3B se diferencia estadísticamente de los grupos 3A y 3C ($t_{(53)}=3.291$, $p<0.01$ y $t_{(53)}=-3.134$, $p<0.01$, respectivamente), siendo el 3B, en los dos casos, el grupo con una calificación final inferior.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio confirman las aseveraciones de diversos investigadores según las cuales las calificaciones de los cuestionarios son unas buenas predictoras del rendimiento académico final del alumnado en una determinada asignatura. También van en consonancia con los estudios que apuntan a una mayor utilización de la herramienta cuando existe un mínimo incentivo en la calificación final. Se observan comportamientos no esperados en algún caso, como la correlación negativa entre la calificación de los cuestionarios y la visualización de la retroacción, que, dado el diseño de dos intentos posibles por cuestionario, hacen sospechar que sí que existen intentos por parte de algunos alumnos de asegurarse la nota en lugar de ensayar el estado de aprendizaje previamente a las pruebas escritas. Estudios posteriores, con diferentes diseños de los cuestionarios, características del alumnado y factores motivacionales, se ven necesarios para confirmar esta sospecha y determinar la mejor manera de minimizar estos comportamientos.

Por otro lado, los resultados obtenidos en el presente estudio sugieren fuertemente que no es necesario el uso del recurso “cuestionarios” en el campus virtual Moodle para que el grupo-clase obtenga un alto rendimiento académico, contrariamente a lo sugerido en estudios previos; sin embargo, un buen uso de este recurso puede mejorar el rendimiento académico de los grupos-clase cuando los alumnos disponen del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- Azzi, A. J., Ramnanan, C. J., Smith, J., Dionne, É., & Jalali, A. (2015). To quiz or not to quiz: Formative tests help detect students at risk of failing the clinical anatomy course. *Anatomical Sciences Education*, 8(5), 413–20.
- Blanco Abellán, M., Estela Carbonell, M. R., Ginovart Gisbert, M., & Saà Seoane, J. (2009). Computer assisted assessment through Moodle quizzes for calculus in an Engineering Undergraduate Course. *Quaderni Di Ricerca in Didattica*. GRIM (Departament de Matemàtiques, Universitat de Palermo, Itàlia).
- Blanco Abellán, M., & Ginovart Gisbert, M. (2012). On How Moodle Quizzes Can Contribute to the Formative e-Assessment of First-Year Engineering Students in Mathematics Courses. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*. Catedra UNESCO de e-learning.
- Caminal de Mingo, Albert; Vila Merino, Bárbara; García Wehrle, Paloma; Puigcerver Oliván, M. (2014). Análisis del uso temporal y por categorías del VLE Moodle por parte de alumnos universitarios en un contexto de “b-learning.” In *Panorama actual en la docencia universitaria* (pp. 483–488). Educación Editora.
- Ćukušić, M., Garača, Ž., & Jadrić, M. (2014). Online self-assessment and students’ success in higher education institutions. *Computers & Education*, 72, 100–109.
- Dobson, J. L. (2008). The use of formative online quizzes to enhance class preparation and scores on summative exams. *Advances in Physiology Education*, 32(4), 297–302.
- Gikandi, J. W., Morrow, D., & Davis, N. E. (2011). Online formative assessment in higher education: A review of the literature. *Computers & Education*, 57(4), 2333–2351.
- Kibble, J. (2007). Use of unsupervised online quizzes as formative assessment in a medical physiology course: effects of incentives on student participation and performance. *Advances in Physiology Education*, 31(3), 253–60.
- McNulty, J. A., Espiritu, B. R., Hoyt, A. E., Ensminger, D. C., & Chandrasekhar, A. J. (2015). Associations between formative practice quizzes and summative examination outcomes in a medical anatomy course. *Anatomical Sciences Education*, 8(1), 37–44.
- Padilla-Walker, L. M. (2006). The Impact of Daily Extra Credit Quizzes on Exam Performance. *Teaching of Psychology*, 33(4), 236–239.
- Vila Merino, Bàrbara; Caminal de Mingo, Albert; Puigcerver Oliván, Manel; García Wehrle, P. (2013). Análisis del uso del VLE Moodle por parte del alumnado universitario del Grado de Educación Primaria de la U.B. de la asignatura de aprendizaje y enseñanza de las ciencias naturales. *Enseñanza de Las Cièncias, Extra* (IX Congreso internacional sobre la investigación en la enseñanza de las ciencias), 3705–3710.
- Wilson, K., Boyd, C., Chen, L., & Jamal, S. (2011). Improving student performance in a first-year geography course: Examining the importance of computer-assisted formative assessment. *Computers & Education*, 57(2), 1493–1500.

Percepción de la realidad e idealidad de las clases de ciencias según los alumnos de ESO y Bachillerato mediante el uso de MoLE

Charro, M. E., Charro-Huerga, E., Hernández, D. A.

Área de Didáctica de las C. Experimentales. Universidad de Valladolid, Valladolid.

echarro@dce.uva.es.

RESUMEN

En este trabajo se analiza la percepción que los alumnos de ESO y bachillerato tienen de las clases de ciencias a través de las respuestas al cuestionario MoLE (*Motivational Learning Environment*). El estudio pretende descubrir si esa percepción contribuye a la actitud hacia la ciencia de estos estudiantes. Los resultados preliminares obtenidos muestran que las clases de ciencias a las que asisten no alcanzan las expectativas que esperan de la mismas (idealidad) y podría estar contribuyendo a la actitud general hacia la ciencia. Destaca que los alumnos perciban que los temas de estudio en las clases de ciencias no sean útiles para la vida cotidiana o de interés social.

Palabras clave: Actitud hacia la ciencia; Percepción clases de ciencias; Educación secundaria. Bachillerato. Cuestionario MoLE.

INTRODUCCIÓN

La puntuación que un país obtiene en el informe PISA está relacionada con el porcentaje de alumnos que hay en cada uno de los seis niveles de rendimiento que establece la OCDE. En particular, en el nivel 2, los estudiantes tienen un conocimiento científico adecuado para ofrecer explicaciones posibles en contextos que conocen o sacar conclusiones basadas en investigaciones sencillas; son capaces de razonar directamente e interpretar literalmente los resultados de una investigación científica o la resolución de un problema tecnológico (OECD, 2009). Del análisis de los datos del informe PISA, se encuentra que el porcentaje de alumnos que no poseen las destrezas básicas en ciencias y que, por tanto, poseen un conocimiento científico tan limitado que puede dificultar su participación integral en la sociedad y la economía, es del 18.2 %, para España frente al de la UE de 17.7 % (EURYDICE, 2012).

Una de las posibles causas de los malos resultados académicos en ciencias evidenciados en el informe PISA, es el nivel de pensamiento formal de los alumnos, pues algunas asignaturas de ciencias requieren un nivel de desarrollo cognitivo al que muchos alumnos aún no han llegado (Aguirre de Cárcer, 1983; Barrios, 1985; Espinosa & Román, 1991; Piaget, 1972). Otro aspecto que puede ser significativo en el fracaso escolar, y que no siempre se tiene tan en cuenta, es la actitud ante la ciencia de los alumnos. Si bien este concepto puede ser una entelequia y a veces no bien entendido, es un aspecto que preocupa a los investigadores en didáctica de las ciencias desde hace décadas (Arana et al 1987, Escudero & Lacasta 1984, Gauld 1982, Ormerod & Duckworth 1975, Schibeci 1984) hasta nuestros días (Ali & Awan, 2013; Escudero & Bueno, 2010; Gil-Flores, 2012; Korpershoek et al 2012; Movahedzadeh, 2011; Sjaastad, 2013; Solbes, et al 2007).

La relación entre actitud y rendimiento académico es algo que se viene estudiando desde hace varios años (Schibeci, 1986, 1989; Schibeci & Riley, 1986; Simpson & Oliver, 1990) encontrándose evidencias crecientes de que los estudiantes con una actitud positiva hacia las ciencias obtendrán mejores resultados académicos (Movahedzadeh, 2011), puesto que la actitud afecta a la persistencia y rendimiento de los alumnos (Siegel & Ranney, 2003; Zain et al 2010). Otro aspecto al que afecta una mala actitud ante la ciencia es el número de vocaciones, que cada vez es menor, hasta el punto de ser una cuestión de considerable preocupación social (Osborne et al. 2003; 2009). El hecho de que los estudiantes abandonen precipitadamente los estudios científicos contrasta con una sociedad cada vez más tecnológica, que requiere de una mínima alfabetización digital para un correcto desempeño de los derechos cívicos (Aznar et al., 2009; Rocard, 2007; Vázquez et al 2005). Una actitud negativa implica muchas veces el abandono de los estudios de ciencias (Simpson & Oliver, 1990) impidiendo el necesario progreso del sistema de Ciencia y Tecnología en el que se basa nuestro desarrollo (Fensham, 2006; Vázquez & Manassero, 2009).

El objetivo de este estudio es el análisis de la actitud ante la ciencia de alumnos de secundaria y bachillerato. Para ello estos alumnos respondieron a un cuestionario en el que se compara la imagen que tienen los estudiantes de las clases de ciencias reales con cómo querrían que fuera una clase ideal de ciencias. Las respuestas fueron convenientemente analizadas para conocer qué aspectos son relevantes para estos alumnos y extraer algunas conclusiones que muestren si esa percepción puede afectar a la actitud ante la ciencia y si ésta varía de forma significativa con la edad o el curso.

METODOLOGÍA

La muestra de este estudio son alumnos del Colegio Nuestra Señora del Pilar de Valladolid siendo 27 de 3º ESO, 40 de 4º ESO y 18 de 1º Bachillerato, en total 85. El instrumento de la investigación es el cuestionario MoLE (*Motivational Learning Environment Model*), elaborado por Bolte (1995) y cuya validez viene dada por las investigaciones previas realizadas (Bolte, 2006), así como su amplio uso por todos los miembros del consorcio del proyecto europeo de investigación educativa de las ciencias PROFILES (*Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science*, Bolte et al 2011). El cuestionario consta de dos partes diferenciadas, que permite comparar las respuestas para la clase real y la ideal, ya que se establece un paralelismo entre ellas, con 14 cuestiones o ítems (ver anexo). Los ítems que se incluyen van orientados a visualizar 7 aspectos o variables (que se analizan en cada caso a través de las respuestas a un par de ítems consecutivos): satisfacción, comprensión, orientación, relevancia de los temas, oportunidad de participar, participación de la clase, deseos de participar. Mientras que la primera parte del cuestionario pregunta acerca de las opiniones que tienen los alumnos sobre sus clases reales del área de ciencias, la segunda parte pregunta por su opinión acerca de cómo deberían ser las clases de ciencias desde una perspectiva ideal. En ambos cuestionarios cada ítem es una frase que los estudiantes valoran sobre una escala Likert de siete puntos (1 a 7) para expresar su grado de acuerdo o desacuerdo con ella. Si bien la simetría de la escala no es siempre igual, la puntuación asignada a las respuestas sí lo es: 1 es la actitud más negativa y 7 la más positiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan en la actual comunicación forman parte de una investigación más amplia, y pretende mostrar algunas reflexiones en base a estos datos

preliminares. El análisis de los resultados que se presentan quiere ser una prueba piloto, dado que se ha tomado una pequeña muestra de estudiantes. Se realizó el promedio para la valoración de cada ítem o pregunta del cuestionario acerca de la realidad o percepción de las clases de ciencias, así como de la idealidad o deseo de cómo les gustaría que fuesen las mismas. Los resultados reflejan una gran homogeneidad en todos los cursos en relación a la opinión de las clases a las que asisten. Por otro lado, todos los encuestados, independientemente del nivel educativo, han otorgado el mejor puntaje al ítem 10 (*frecuencia con la que pueden preguntar al profesor*), lo que demuestra que el profesorado está abierto a que se pregunte en clase y/o el alumno no se siente intimidado a hacerlo. Por otra parte, la opinión de los alumnos sobre cómo deberían ser las clases ideales se caracteriza por la manera en la que han sido puntuados algunos ítems. Los ítems mejor puntuados han sido el 2 (*yo debería sentirme satisfecho con las clases*) y el 3 (*yo debería entender la materia explicada en las clases*). Estos ítems pueden entenderse como un indicio de que a los alumnos les gustaría disfrutar en dichas clases, y parece obvio pensar que entender lo que se explica ayudaría enormemente, y es consistente lo que resulta tras la encuesta. Por otro lado, cabe preguntarse por aquellos ítems con puntuación más baja, como son el 5 y 6. Éstos ítems hacen alusión a contenidos ligados a símbolos, signos, hechos y cifras, y los resultados reflejan que desearían un desarrollo menos matemático en las clases de ciencias.

Así, conociendo los deseos de los estudiantes (su valoración de las clases “ideales”) y la percepción que tienen de su realidad (su valoración de las clases “reales”), se puede evaluar la “Diferencia entre el Deseo y la Realidad” que se calcula como el valor *ideal* menos el valor *real* para cada ítem. Un análisis de las diferencias encontradas para cada ítem se muestra en la Figura 1. En general, lo que se observa es que los alumnos no ven las clases de ciencias cómo esperarían que fuesen ya que casi todos los valores son negativos, lo que da cuenta del grado de alejamiento de la realidad de sus clases de ciencias de lo que sería deseable según los alumnos. La mayor diferencia entre realidad e idealidad parece encontrarse en los alumnos de bachillerato (rama de ciencias) en los ítems 3 y 4 que valoran la comprensión de contenidos en clase y en el ítem 7 que hace alusión a la relevancia de lo que se explica en clase con la vida cotidiana e interés social. En estos casos, el alumno, tanto de bachillerato como de la ESO, se puede decir que recoge la información en clase pero sin entenderla en esos momentos, no teniendo tiempo de interiorizar lo que se explica. A este hecho hay que añadir, que el alumno parece no encontrar conexión entre lo que se explica y la realidad del mundo y la sociedad en la que está inmerso, lo cual, desde luego, no parece ayudar a que se sienta motivado. Por otro lado, destaca como única excepción, ya que figura con valores positivos para todos los alumnos independientemente del curso, el ítem 10 donde la realidad supera a la idealidad (*frecuencia con la que pueden preguntar al profesor*), lo que sin duda puede entenderse como que entendiéndose la materia, sobran las preguntas, en el caso de la idealidad. Las menores discrepancias parecen encontrarse en el ítem 6, ya que el valor nulo o muy próximo a él indica que el alumno encuentra que la realidad se ajusta a sus expectativas en relación a esa cuestión (ítem). De este modo, los alumnos parecen encontrar sentido a que las clases de ciencias muestren hechos y se trabaje con cifras.

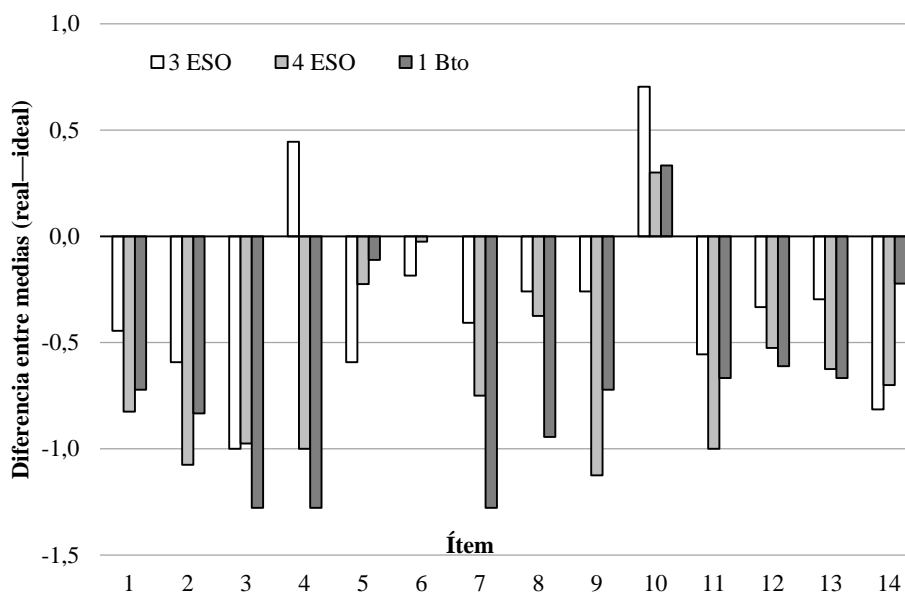


Figura 1. Promedio para cada ítem de las diferencias entre el test real e ideal según curso.

CONCLUSIONES

El estudio preliminar que aquí se presenta pretende dar respuestas a preguntas y reflexiones que los docentes pueden formularse como tratar de conocer la motivación de sus estudiantes para aprender ciencia. ¿Qué pasaría si se les pide a los alumnos que comenten sólo sus percepciones sobre el ambiente de aprendizaje de sus clases de ciencias? ¿Cómo está esto relacionado con qué y cómo los estudiantes quieren aprender? ¿Qué es lo que realmente esperan ellos de la enseñanza de las ciencias y su aprendizaje en las aulas?, y ¿Cómo quieren realmente ser educados y formados a nivel científico?. Con objeto de recibir una respuesta más sofisticada y científicamente válida para estas cuestiones, se necesita conocer más de lo que los estudiantes esperan de sus lecciones de ciencias y de su educación en ciencias, en particular, se necesita saber cómo quieren que sean sus lecciones de ciencias. En base a estas consideraciones, se creó el instrumento MoLE, por un lado para centrarse en los aspectos motivadores del aprendizaje de los estudiantes y conseguir información sobre su “valoración de la realidad” (versión “real”) y, por otro lado, sobre sus reflexiones respecto a cómo les gustaría que fueran sus clases de ciencias (versión “ideal”).

A través del cuestionario MoLE se han obtenido unos resultados entre los que es interesante destacar el hecho de que los alumnos no encuentren las conexiones CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) que se ponen de manifiesto a través de ítem 7, en los temas de las clases de ciencias, siendo además este hecho constatado mediante este mismo instrumento por Bolte & Schneider (2014). Si bien este trabajo no alcanza a ser más que un estudio preliminar, y se centra en analizar someramente la percepción que el alumno tiene de sus clases de ciencias y lo que esperaría de ellas, puede ser éste un ejercicio para seguir analizando lo que falla en la práctica educativa y por extensión indagar más en las causas o evidencias que condicionan la actitud hacia la ciencia de nuestros alumnos.

BIBLIOGRAFIA

Aguirre de Cárcer, J. (1983). Dificultades en la comprensión de las explicaciones de los libros de texto de Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 1(2), 92-98.

- Ali, M. S., & Awan, A. S. (2013). Attitude towards science and its relationship with students' achievement in science. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 4(10), 707-718.
- Arana, J., Escudero, T., Garcés, R., & Palacian, E. (1987). Imagen de las asignaturas de ciencias en la transición de la educación básica a la secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 5(1), 10-15.
- Aznar, M. M. M., Valverde, S. L., González, F. M., Cañigüeral, L. O., Níñez, C. R., Collazos, J. C., & Clemente, A. G. (2009). *Educación científica "Ahora": el informe Rocard*: Ministerio de Educación.
- Barrios, M. (1985). Relationships between cognitive development and science-related attitudes on science achievement. *Enseñanza de las Ciencias*, 3(1), 19.
- Bolte C. (2006) As Good as It Gets: The MoLE-Instrument for the Evaluation of Science Instruction. In Proceedings of the Annual Meeting of the National Association for the Research on Science Education (NARST), San Francisco, CA: NARST.
- Bolte C. & Schneider V. (2014). Chemistry in Projects (ChiP) – An Evidence-based Continuous Professional Development Programme and its Evaluation Regarding Teacher Ownership and Students Gains. in Science Teachers' Continuous Professional Development in Europe. Case Studies from the PROFILES Project. Bolte, C., Holbrook, J., Mamlok-Naaman, R., Rauch, F. (Eds.). 220-230.
- Bolte C., Streller S., Holbrook J., Rannikmae M., Mamlok-Naaman R., Hofstein A., & Rauch F. (2011) Profiles* – professional reflection-oriented focus on inquiry-based learning and education through science. Proceedings International Conference ESERA.
- Escudero, T., & Bueno, C. (2010). *Actividades didácticas en las aulas y en los centros y rendimientos y actitud ante la ciencia en el informe Pisa 2006*: Ministerio de Educación.
- Escudero, T., & Lacasta, E. (1984). Las actitudes científicas de los futuros maestros en relación con sus conocimientos. *Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), 175-180.
- Espinosa, J., & Román, T. (1991). Actitudes hacia la ciencia y asignaturas pendientes: dos factores que afectan al rendimiento en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 151-154.
- EURYDICE. (2012). *La enseñanza de las ciencias en Europa: políticas nacionales, prácticas e investigación*. Madrid: Subdirección General de Documentación y Publicaciones.
- Fensham, P. (2006). Beyond Knowledge: Other Outcomes Qualities for Science Education. *Science and Technology Education for a Diverse World: Dilemmas, Needs and Partnerships*, 223-237.
- Gauld, C. (1982). The scientific attitude and science education: A critical reappraisal. *Science Education*, 66(1), 109-121. doi: 10.1002/sce.3730660113
- Gil-Flores, J. (2012). Actitudes del alumnado español hacia las ciencias en la evaluación PISA 2006. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(2), 131-152.
- Korpershoek, H., Kuyper, H., Bosker, R., & van der Werf, G. (2012). Students' Preconceptions and Perceptions of Science-Oriented Studies. *International Journal of Science Education*(ahead-of-print), 1-20.

- Movahedzadeh, F. (2011). Improving Students' Attitude Toward Science Through Blended Learning. *Science Education and Civic Engagement, Online Journal, Harrisburg university of Science and Technology, Lancaster PA*.
- OECD. (2009). *PISA 2009 Assessment Framework - Key Competencies in Reading, Mathematics and Science*. París: OECD Publishing.
- Ormerod, M. B., & Duckworth, D. (1975). *Pupils' Attitudes to Science. A Review of Research*. Windsor: NFER.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education, 25*(9), 1049-1079.
- Osborne, J., Simon, S., & Tytler, R. (2009). *Attitudes towards science: An update*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Diego, California, April.
- Piaget, J. (1972). Intellectual evolution from adolescence to adulthood. *Human development, 15*(1), 1-12.
- Reiss, M. J. (2000). *Understanding science lessons: five years of science teaching*: Open University Press.
- Rocard, M. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*: Office for Official Publications of the European Communities.
- Schibeci, R. (1984). Attitudes to science: an update. *Studies in Science Education, 11*(1), 26-59.
- Schibeci, R. (1986). Images of science and scientists and science education. *Science Education, 70*(2), 139-149.
- Schibeci, R. (1989). Home, school, and peer group influences on student attitudes and achievement in science. *Science Education, 73*(1), 13-24.
- Schibeci, R., & Riley, J. (1986). Influence of students' background and perceptions on science attitudes and achievement. *Journal of Research in Science Teaching, 23*(3), 177-187.
- Siegel, M. A., & Ranney, M. A. (2003). Developing the changes in attitude about the relevance of science (CARS) questionnaire and assessing two high school science classes. *Journal of Research in Science Teaching, 40*(8), 757-775.
- Simpson, R., & Oliver, J. (1990). A summary of major influences on attitude toward and achievement in science among adolescent students. *Science Education, 74*(1), 1-18.
- Sjaastad, J. (2013). Measuring the Ways Significant Persons Influence Attitudes Towards Science and Mathematics. *International Journal of Science Education, 35*(2), 192-212.
- Solbes, J., Montserrat, R., & Furió Más, C. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*(21), 91-117.
- Vázquez, Á., Acevedo, J. A., & Manassero, M. A. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, 4*(2), 5.

- Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (2009). La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 33.
- Zain, A. N. M., Samsudin, M. A., Rohandi, R., & Jusoh, A. (2010). Using the Rasch Model to Measure Students' Attitudes Toward Science in "Low Performing" Secondary Schools in Malaysia. *International Education Studies*, 3(2), p56.

CUESTIONARIO MoLE

Danos tu opinión sobre las clases de ciencias que cursas en la actualidad, marcando con X lo que consideres adecuada.

1. las clases de ciencias son entretenidas:

- Extremadamente entretenidas
 Muy entretenidas
 Entretenidas
 Bastante entretenidas
 Poco entretenidas
Muy poco entretenidas
Nada entretenidas

2. Durante las clases de la asignatura me siento:

- Extremadamente satisfecho
Muy satisfecho
Bastante satisfecho
 Algo satisfecho
 poco satisfecho
muy poco satisfecho
Nada satisfecho

3. Durante las clases de la asignatura comprendo la materia explicada:

- Nunca
 Casi nunca
A veces
 Bastante frecuentemente
Frecuentemente
Muy frecuentemente
Siempre

4. Durante las clases de ciencias tengo tiempo para reflexionar sobre las preguntas que el profesor realiza:

- Nunca
 Casi nunca
A veces
 Bastante frecuentemente
Frecuentemente
Muy frecuentemente
Siempre

5. El contenido de mis clases tiene siempre que ver con signos y símbolos.

- Nunca
 Casi nunca
A veces
 Bastante frecuentemente
Frecuentemente
Muy frecuentemente
Siempre

6. El contenido de mis clases tiene siempre que ver con el estudio de hechos y cifras.

- Nunca
 Casi nunca
A veces
 Bastante frecuentemente
Frecuentemente
Muy frecuentemente
Siempre

7. El grado de importancia de los temas que estudio en las clases, en lo que a mi vida diaria se refiere, puede describirse como:

- Extremadamente importante
- Muy importante Importante
- Algo Poco
- Muy poco
- Nada

8.El grado de importancia de los temas que estudio en las clases en lo que a la sociedad se refiere, puede considerarse como:

- Extremadamente importante
- Muy importante Importante
- Algo Poco
- Muy poco
- Nada

9. Indica con qué frecuencia puedes hacer sugerencias al profesor/a durante las clases:

- Nunca Casi nunca
- A veces Bastante frecuentemente
- Frecuentemente
- Muy frecuentemente Siempre

10. Indica con qué frecuencia puedes hacer preguntas al profesor/a durante las clases:

- Nunca
- Casi nunca
- A veces Bastante frecuentemente
- Frecuentemente
- Muy frecuentemente Siempre

11. La colaboración de tus compañeros en clase es:

- Extremadamente grande Muy grande
- Bastante grande pequeño Bastante pequeño
- Muy pequeño Extremadamente pequeño

12. El esfuerzo que los estudiantes realizan durante las clases puede describirse como:

- Extremadamente grande Muy grande Bastante grande pequeño
- Bastante pequeño
- Muy pequeño Extremadamente pequeño

13. El esfuerzo que yo realizo para entender la materia explicada puede describirse como:

- Extremadamente grande Muy grande Bastante grande pequeño Bastante pequeño
- Muy pequeño Extremadamente pequeño

14. La frecuencia con la que yo participo en clase es:

- Nunca Casi nunca
- A veces Bastante frecuentemente
- Frecuentemente

- Muy frecuentemente Siempre

Danos tu opinión sobre cómo crees que deberían ser las clases de ciencias.

1.las clases deberían ser entretenidas:

- Extremadamente importante
Muy importante Importante
Algo
Poco
Muy poco
Nada

2. Debería sentirme satisfecho/a con las clases:

- Extremadamente importante
Muy importante Importante
Algo
Poco
Muy poco
Nada

3. Debería entender la materia explicada en las clases:

- Extremadamente importante
Muy importante Importante
Algo
Poco
Muy poco
Nada

4. Debería tener tiempo para pensar en las preguntas formuladas durante las clases:

- Extremadamente importante
Muy importante Importante
Algo
Poco
Muy poco
Nada

5. Las clases deberían tratar signos y símbolos:

- Extremadamente importante
Muy importante Importante
Algo
Poco
Muy poco

Nada

6. En clase se deberían estudiar hechos y cifras:

Extremadamente importante

Muy importante Importante

Algo

Poco

Muy poco

Nada

7. Es importante que las clases sean útiles para mi vida diaria:

Extremadamente importante

Muy importante Importante

Algo

Poco

Muy poco

Nada

8. Las clases de la asignatura deberían ser útiles para la sociedad:

Extremadamente importante

Muy importante Importante

Algo

Poco

Muy poco

Nada

9. Durante las clases de la asignatura debería tener la oportunidad de preguntar al profesor:

Extremadamente importante

Muy importante Importante

Algo

Poco

Muy poco

Nada

10. Durante las clases debería tener la oportunidad de responder a las preguntas allí formuladas:

Extremadamente importante

Muy importante Importante

Algo

Poco

Muy poco

Nada

11. Durante las clases disfrutaría cuando el grado de colaboración de los alumnos pudiera describirse como:

Extremadamente importante

- Muy importante Importante
- Algo
- Poco
- Muy poco
- Nada

12. Durante las clases disfrutaría cuando el grado de esfuerzo de los alumnos pudiera describirse como:

- Extremadamente importante
- Muy importante Importante
- Algo
- Poco
- Muy poco
- Nada

13. Durante las clases el grado de esfuerzo que yo debería hacer para entender la materia podría describirse como:

- Extremadamente importante
- Muy importante Importante
- Algo
- Poco
- Muy poco
- Nada

14. Durante las clases de la asignatura el grado en el que yo participaría podría describirse como:

- Nunca
- Casi nunca
- A veces
- Bastante frecuentemente Frecuentemente Muy frecuentemente Siempre

¿Influye el género en las emociones experimentadas por los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria hacia el aprendizaje de Física y Química?

Dávila, M. A., Borrachero, A. B., Cañada, F., Sánchez, J.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas.
Universidad de Extremadura.*

mdavilaacedo@unex.es.

RESUMEN

En este trabajo se pretende conocer y analizar las emociones que experimentan los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) en el aprendizaje de Física y Química, con el fin de encontrar diferencias según el género. La muestra está constituida por 431 alumnos de ESO, distribuidos en tres cursos: 2º, 3º y 4º de ESO, de distintos centros de la ciudad de Badajoz, durante el curso escolar 2014-2015. Los resultados de este estudio, muestran que los alumnos experimentaron con mayor frecuencia emociones positivas que las alumnas. En cambio, las chicas experimentaron con mayor frecuencia ansiedad, miedo, nerviosismo y preocupación hacia el aprendizaje de Física y Química.

Palabras clave

Emociones, Género, Aprendizaje, Educación Secundaria, Física y Química.

INTRODUCCIÓN

Recientemente las emociones han alcanzado una gran importancia en nuestra sociedad. Son muchos los autores que han logrado notoriedad con diversas obras de gran éxito en temas relacionados con las emociones (Gardner, 2005; Goleman, 1996; Punset, 2010).

Asimismo, comienzan a aparecer investigaciones centradas en la importancia de las emociones y las actitudes en la enseñanza en general (Hargreaves, 1998; Shapiro, 2010) y en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en particular (Abrahams, 2009; Hugo, 2008; Marbá y Márquez, 2010; Mellado, Blanco, Borrachero y Cárdenas, 2013; Ritchie, Tobin, Hudson, Roth y Mergard, 2011).

En la actualidad, puede considerarse la enseñanza como una práctica emocional influida por procesos cognitivos y afectivos. Además, existen mecanismos racionales que nos dirigen, pero también emocionales que juegan un papel fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Así, Hargreaves (2003) considera que las emociones se encuentran en el corazón de la enseñanza.

Los alumnos a lo largo de su etapa académica han generado actitudes y emociones negativas hacia las ciencias, según perciban éxitos o fracasos. Según la teoría de atribución de Weiner (1986), las motivaciones de las personas pueden influir en las conductas, estrategias y relaciones dentro del contexto escolar y de aprendizaje.

Además, es necesario conocer la influencia de los factores afectivos en el aprendizaje de materias científicas, ya que existen diferencias entre chicos y chicas a la hora de aprender

los diferentes contenidos de ciencias (Marbá y Solsona, 2012; Scantlebury, 2012; Vázquez y Manassero, 2007). Así, los alumnos muestran emociones más positivas hacia materias como la física y tecnología, mientras que las alumnas manifiestan emociones más negativas hacia materias como la Física, la Química y la Tecnología.

OBJETIVOS

Con esta investigación se pretende conseguir el siguiente objetivo:

- ❖ Analizar y determinar si existen diferencias significativas, según el género, en las emociones que experimentan los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) en el aprendizaje de Física y Química.

METODOLOGÍA

Muestra

El proceso de muestreo que se ha llevado a cabo para seleccionar a los alumnos encuestados ha sido un muestreo no probabilístico de conveniencia o incidental. Las razones de esta decisión se deben a la disponibilidad de tiempo y de casos.

La muestra está constituida por un total de 431 alumnos de ESO de distintos centros de la ciudad de Badajoz durante el curso escolar 2014-2015, distribuidos en tres cursos: 2º, 3º y 4º de ESO. En la Tabla 1 se muestra la distribución del alumnado por cursos.

Tabla 1. Distribución del alumnado por cursos.

Curso	Nº Alumnos	Porcentaje
2º E.S.O	149	34.6%
3º E.S.O	152	35.3%
4º E.S.O	130	30.2%

El 47.1% de los sujetos son de género femenino y el 52.9% restante de género masculino. Las edades de los alumnos oscilan entre los 13 y 17 años, situándose la media en torno a los 14-15 años.

Instrumento

Esta investigación se ha llevado a cabo mediante una metodología descriptiva por encuesta, también denominada no experimental. El instrumento de recogida de datos fue un cuestionario de elaboración propia teniendo en cuenta algunas ideas del cuestionario de Borrachero (2015), en el que se recogen opiniones manifestadas por los futuros profesores de Secundaria sobre el recuerdo de las emociones hacia la Física y Química durante su período de aprendizaje.

Con el fin de clasificar las emociones de la presente investigación, se ha tenido en cuenta las categorizaciones realizadas por diversos autores (Bisquerra, 2009; Casacuberta, 2000; Damasio, 2000; Fernández-Abascal et al., 2001); también trabajos recientes como Borrachero (2015) y nuestra propia experiencia en investigaciones pasadas; se realiza una clasificación de las emociones en positivas y negativas. Dichas emociones, tanto positivas como negativas, han sido medidas a través de una escala tipo Likert de 11 puntos donde 0 = “Mínima frecuencia” y 10 = “Máxima frecuencia”. Se han seleccionado siete emociones positivas (alegría, confianza, diversión, entusiasmo, satisfacción, sorpresa y tranquilidad) y siete emociones negativas (aburrimiento, ansiedad, asco, miedo, nerviosismo, preocupación y tristeza). Se ha obtenido un Coeficiente fiabilidad de

Cronbach de 0.824 tanto para las emociones positivas como negativas, por tanto, puede decirse que el cuestionario elaborado posee una alta consistencia interna.

Los datos fueron procesados en el sistema informático mediante el paquete estadístico SPSS 17.0 para Windows. Se trabaja con un nivel de confianza del 95 %.

Se ha realizado la Prueba T de Student para dos muestras independientes, con el fin de comprobar la existencia de diferencias significativas en las emociones que experimentan los alumnos de ESO en el aprendizaje de Física y Química y el género de la muestra, comparando las puntuaciones media de las distribuciones de la variable cuantitativa en los dos grupos establecidos, previamente, se ha comprobado que la distribución de la muestra cumple los supuestos de normalidad mediante la Prueba K-S ($p > .050$).

RESULTADOS

En este apartado, se recogen los resultados obtenidos tras realizar el análisis de las emociones que experimentan los sujetos de Educación Secundaria Obligatoria en el aprendizaje de Física y Química, según el género.

En la Figura 1 se representa la puntuación media de la frecuencia de las emociones positivas experimentadas por los alumnos de ESO en el aprendizaje de Física y Química según el género. Para medir las emociones se ha utilizado la media de cada una de las emociones dentro de una escala de 0 (Mínima frecuencia) a 10 (Máxima frecuencia).

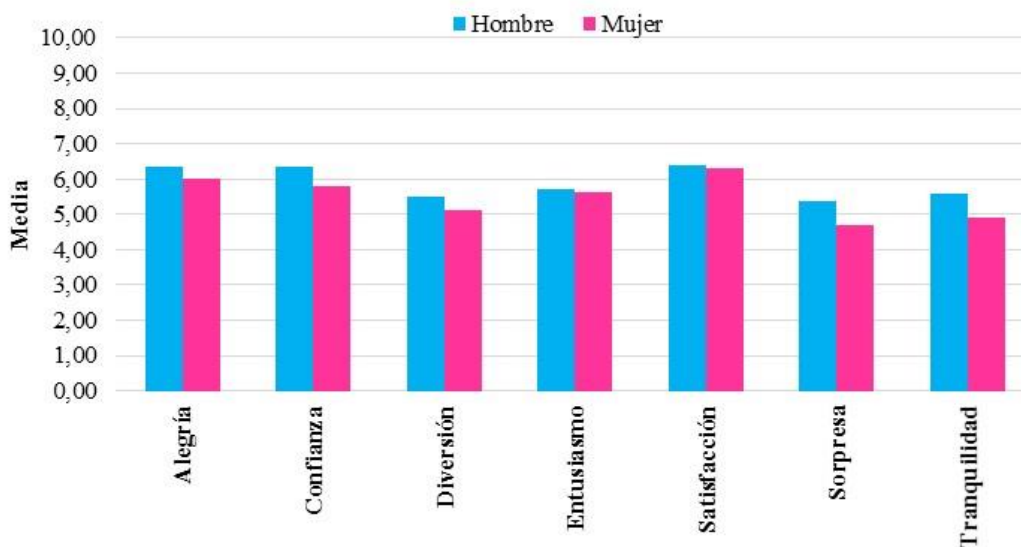


Figura 1. Frecuencia media de las emociones positivas experimentadas por los alumnos de Secundaria en el aprendizaje de Física y Química según el género.

Como puede observarse los alumnos experimentan con mayor frecuencia emociones positivas como alegría, confianza, diversión, sorpresa y tranquilidad que los alumnos.

Seguidamente, se ha realizado la Prueba T de Student para comprobar si existen diferencias significativas en la frecuencia de las emociones positivas según el género del estudiante, tras el aprendizaje de contenidos científicos en la asignatura de Física y Química.

En la Tabla 3 se muestra el valor de la prueba T de Student (t) y el valor de significación (Sig) para un nivel de confianza del 95%. Así pues, se encuentran diferencias significativas en las emociones positivas *Sorpresa* ($p = .027$) y *Tranquilidad* ($p = .036$).

Tabla 3. Prueba T de Student para dos muestras independientes Emociones positivas -Género muestra.

Emociones	t	Sig
Alegría	1.171	.242
Confianza	1.953	.052
Diversión	1.274	.203
Entusiasmo	.242	.809
Satisfacción	.296	.767
Sorpresa	2.214	.027*
Tranquilidad	2.100	.036*

* $p \leq .050$

En la Figura 2 se representa la puntuación media de la frecuencia de las emociones negativas experimentadas por los alumnos de ESO en el aprendizaje de Física y Química según el género.

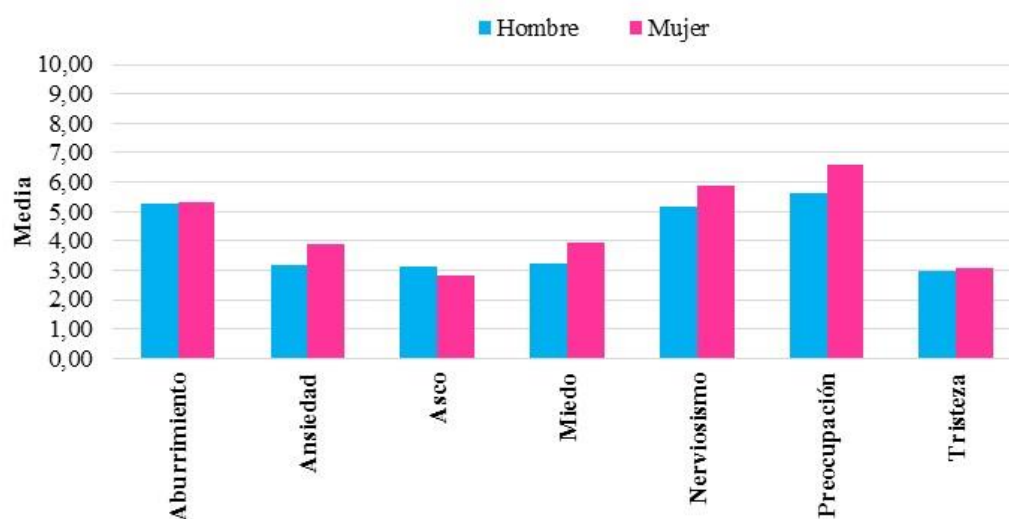


Figura 2. Frecuencia media de las emociones negativas experimentadas por los alumnos de Secundaria en el aprendizaje de Física y Química según el género.

Como puede observarse las alumnas experimentan con mayor frecuencia emociones negativas como ansiedad, miedo, nerviosismo y preocupación.

Seguidamente, se ha realizado la Prueba T de Student para comprobar si existen diferencias significativas en la frecuencia de las emociones negativas según el género del estudiante, tras el aprendizaje de contenidos científicos en la asignatura de Física y Química.

En la Tabla 4 se muestra el valor de la prueba T de Student (t) y el valor de significación (Sig) para un nivel de confianza del 95%. Así pues, se encuentran diferencias significativas en las emociones positivas *Ansiedad* ($p = .034$), *Miedo* ($p = .033$), *Nerviosismo* ($p = .028$) y *Preocupación* ($p = .002$).

Tabla 4. Prueba T de Student para dos muestras independientes
Emociones negativas -Género muestra.

Emociones	t	Sig
Aburrimiento	-.169	.866
Ansiedad	-2.129	.034*
Asco	.825	.410
Miedo	-2.140	.033*
Nerviosismo	-2.203	.028*
Preocupación	-3.167	.002**
Tristeza	-.206	.837

**p≤.010; *p≤.050

Se produce un aumento en la frecuencia media para las emociones positivas experimentadas por los alumnos frente a las alumnas. En cambio, en las emociones negativas las alumnas experimentan con mayor frecuencia emociones negativas que los alumnos. Esto puede ser debido a que las alumnas prefieren contenidos relacionados con Ciencias de la Salud o Biología - Geología más que de Física y Química.

Estos resultados pueden compararse con el estudio llevado a cabo por Dávila, Borrachero, Mellado y Bermejo (2015) con estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria de un centro concertado sobre sus emociones en el aprendizaje de contenidos científicos de Física y Química, donde los alumnos experimentaron emociones más positivas, mientras que las alumnas mostraban más emociones negativas.

Además, en otro estudio realizado por Borrachero y otros (2014) con estudiantes del CAP (Curso de Adaptación Pedagógica) sobre el recuerdo de sus emociones ante el aprendizaje de contenidos de Física y de Química, los alumnos experimentaron más emociones positivas, mientras que las alumnas más negativas.

CONCLUSIONES

La investigación realizada sobre las emociones que experimentan los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria, indica que el plano emocional de los alumnos ante el aprendizaje de contenidos científicos en la asignatura de Física y Química influye en el género de la muestra.

Por tanto, en el aprendizaje de Física y Química se ha observado que los alumnos experimentan mayoritariamente emociones positivas como *alegría, confianza, diversión, sorpresa y tranquilidad* frente a las alumnas que presentan frecuencias más bajas de estas emociones.

Asimismo, se ha observado que las alumnas experimentan en mayor medida emociones negativas como *ansiedad, miedo, nerviosismo y preocupación*, mientras que los alumnos registran menores frecuencias.

Estos resultados coinciden con los estudios realizados por Pérez y De Pro (2013) con estudiantes de Primaria y Secundaria obteniéndose diferencias en las actitudes positivas de las chicas hacia temas de ciencias de la salud, mientras que en los chicos ello ocurría hacia la electricidad, recursos energéticos y aparatos.

Por otro lado, es importante destacar la influencia de los factores afectivos en el género de los alumnos, siendo las chicas las que tienen una visión más negativa que los chicos hacia la Física (Marbá y Solsona, 2012; Vázquez y Manassero, 2007, 2008).

Tras realizar el análisis de este estudio, puede determinarse que el conocimiento de las emociones que experimentan los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria ante el aprendizaje de contenidos científicos en la asignatura de Física y Química, resulta importante para el proceso de enseñanza/aprendizaje, pues nos ayuda a conocer lo que realmente sienten día a día en el aula y establecer mejoras con el fin de despertar interés hacia esta materia.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto de investigación EDU2012-34140 del Ministerio de Economía y Competitividad de España. Se agradece la ayuda al grupo GR15009 del Gobierno de Extremadura (España) y al Fondo Europeo de desarrollo regional.

BIBLIOGRAFÍA

- Abrahams, I. (2009). Does Practical Work Really Motivate? A study of the affective value of practical work in secondary school science. *International Journal of Science Education*, 31(17), 2335-2353.
- Borrachero, A.B. (2015). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en educación secundaria*. Tesis doctoral. Facultad de Educación. Badajoz: Universidad de Extremadura.
- Borrachero, A.B., Brígido, M., Mellado, L., Costillo, E. y Mellado, V. (2014): Emotions in prospective secondary teachers when teaching science content, distinguishing by gender. *Research in Science and Technological Education*, 32 (2), 182-215.
- Bisquerra, R. (2009). *Psicopedagogía de las emociones*. Madrid: Síntesis.
- Casacuberta, D. (2000). *Qué es una emoción*. Barcelona: Crítica.
- Damasio, A. (2010). *Y el cerebro creó al hombre*. Barcelona: Editorial Destino.
- Dávila, M.A., Borrachero, A.B, Mellado, V. y Bermejo, M. (2015). Las emociones en alumnos de ESO en el aprendizaje de contenidos de Física y Química, según el género. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(1), 173-180.
- Fernández-Abascal, E., Martín, M. y Domínguez, J. (2001). *Procesos psicológicos*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Gardner, H. (2005). *Las cinco mentes del futuro: Un ensayo educativo*. Barcelona: Paidós.
- Goleman, D. (1996). *Inteligencia emocional*. Barcelona: Cairos.
- Hargreaves, A. (1998). The emotional practice of teaching. *Teaching and Teacher Education*, 14, 835- 854.
- Hargreaves, A. (2003). *Teaching in the knowledge society*. Maidenhead: Open University Press.
- Hugo, D. V. (2008). *Análisis del proceso de autorregulación de las Prácticas Docentes de futuras profesoras de ciencias focalizado en sus emociones*. Tesis Doctoral inédita. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Marbá, A. y Márquez, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 19-30.

- Marbá, A. y Solsola, N. (2012). Identificación e interpretación de las posibles desigualdades formativas en ciencias de chicos y chicas en la educación obligatoria y el bachillerato. *Cultura y Educación*, 24(3), 289-303.
- Mellado, V., Blanco, J. L., Borrachero, A. B. y Cárdenas, J. A. (Eds.). (2013). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas*. Badajoz, España: DEPROFE.
- Pérez, A. y de Pro, A. (2013). Estudio demoscópico de lo que sienten y piensan los niños y adolescentes sobre la enseñanza formal de las ciencias. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J.A. Cárdenas (Eds.), *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas* (pp.495-520). Badajoz, España: DEPROFE.
- Punset, E. (2010). *Viaje a las emociones*. Barcelona: Destino.
- Ritchie, S. M., Tobin, K., Hudson, P., Roth, W. M. y Mergard, V. (2011). Reproducing successful rituals in bad times: exploring emotional interactions of a new science teacher. *Science Education*, 95(4), 745-765.
- Scantlebury, K. (2012). Still part of the conversation: Gender issues in science education. En B.J. Fraser, K.G. Tobin y C.J. Mc Robbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 449-512). The Netherlands: Springer.
- Shapiro, S. (2010). Revisiting the teachers' lounge: Reflections on emotional experience and teacher identity. *Teaching and Teacher Education*, 26(3), 616-621.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): evidencias y argumentos generales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 247-271.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274-292.
- Weiner, B. (1986). *An attributional theory of motivation and emotions*. Nueva York: Springer.

¿Qué enseñamos con los libros de Educación Primaria sobre dispositivos y máquinas mecánicas?

De Pro, C.,¹ De Pro, A.,¹ Serrano, F.²

¹ *Departamento de Didáctica Ciencias Experimentales. Universidad Murcia.* ² *Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad Murcia.*

carlosdepro@hotmail.com

RESUMEN

Este trabajo forma parte de una investigación más amplia, centrada en valorar la formación inicial de los maestros (FIM) en sus estudios de Diplomatura, elemento clave si queremos analizar las repercusiones de los nuevos estudios de Grado. Creemos conveniente analizar, en primer lugar, la presencia de los contenidos, sobre “Dispositivos y máquinas mecánicas”, del currículum oficial de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural del momento. No obstante, la ambigüedad de las normas legales nos exige profundizar en otro tipo de documentos. En nuestro sistema educativo, son los libros de texto los que realmente marcan los programas a impartir y trataremos de inferir las necesidades desde estos.

Palabras clave

Educación Primaria. Libros de texto. Dispositivos y máquinas. Currículum. Contenidos.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Para describir el contexto educativo del que derivaban las necesidades formativas de la formación inicial de maestros, nos planteamos el interrogante principal (PP1): *¿Qué necesidades formativas tiene que atender la formación inicial de maestros respecto al tema “Dispositivos y máquinas mecánicas”?*

Analizamos en los currículos oficiales, el de enseñanzas mínimas estatal (MEC, 2006) y el completado en la Región de Murcia (CARM, 2007) de Educación Primaria, la presencia del tema sobre “Dispositivos y máquinas mecánicas” en los Objetivos generales de la etapa, en las contribuciones de las áreas a la adquisición de competencias, en los específicos del Área Conocimiento del Medio, en los Contenidos y en los Criterios de evaluación.

Globalmente pudimos apreciar cómo los currículos oficiales presentaban un alto grado de ambigüedad. Por ello, para indagar cuáles eran las necesidades formativas derivadas de los programas oficiales, el primer ámbito de nuestro trabajo de investigación se centró en los libros de texto, en muchos casos, el auténtico currículum oficial de nuestro sistema educativo.

Parece innecesario justificar que, en un trabajo de estas características, no se pueden abordar todas las facetas y ángulos desde los que se podrían analizar estos materiales de aprendizaje. Por lo tanto, no pretendemos generalizar los resultados ni mucho menos “agotar” el tema. En nuestro caso, nos hemos centrado en el tema “Dispositivos y

máquinas mecánicas” del Área de Conocimiento del Medio de Educación Primaria (EP); en particular, nos ocupamos del segundo y tercer ciclo, puesto que en primero los contenidos están más globalizados.

Para clarificar y organizar el estudio, desdoblamos el PP1 en dos subproblemas: [SP1] *¿Qué contenidos se contemplan en las unidades sobre “Dispositivos y máquinas mecánicas” en los libros de texto seleccionados?*; y [SP2] *¿Se ajustan estos contenidos al currículo oficial?*

2. ANTECEDENTES

Hemos revisado las aportaciones, en cuanto al uso del libro de texto en el ámbito científico y tecnológico, realizadas a partir de la fecha de publicación de la reforma LOE.

Se han realizado desde perspectivas diferentes (selección de contenidos, errores conceptuales, tipo de actividades, ilustraciones, uso de analogías, etc.). Probablemente por el encadenamiento de reformas, tan habituales en nuestro sistema educativo, no hay muchos trabajos que se hayan ocupado de estos materiales elaborados a partir de la reforma LOE. En este ámbito, nosotros hemos realizado algunas contribuciones (Pro y Pro, 2010, 2011).

En relación con las demás aportaciones, se sigue insistiendo en que es el material curricular más utilizado. Hay más trabajos sobre Secundaria que sobre Primaria. También se repiten consideraciones apuntadas: confusión con el currículo oficial, aspectos positivos y otros no tanto que tiene su utilización en las aulas, efectos orientadores para la práctica educativa del profesorado, factores ideológicos que condicionan la visión y el enfoque de los contenidos... y, sobre todo, la importancia que tiene el simultanear su uso con el de otros recursos.

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Hemos estudiado diversos aspectos de las lecciones de Conocimiento del Medio sobre “Dispositivos y máquinas mecánicas” en los libros seleccionados de segundo y tercer ciclo de Primaria. Se trata de un diseño ex post facto en el que se selecciona una muestra de libros, se diseñan unos protocolos de análisis documental, los aplicamos y analizamos los resultados.

Muestra de libros de texto

Los libros de texto seleccionados corresponden a cuatro editoriales muy utilizadas en la CARM: SM (EDIT1), Santillana (EDIT2), Anaya (EDIT3) y Vicens Vives (EDIT4).

El número de autores suele ser engañoso porque no todos participan en todas las unidades del libro; la presencia de conocimientos tan heterogéneos (relacionados con la Geografía, la Historia, los seres vivos, la energía, las máquinas, las tecnologías...) puede haber influido.

Ninguna de las editoriales conservaba la denominación del bloque de contenidos del currículum ni en segundo ni en tercer ciclo. Además, todas ellas trataban los contenidos en ambos ciclos. Los contenidos se ubicaban en una lección por curso, salvo EDIT1 que destina dos en 5º curso. Dos editoriales -EDIT1 y EDIT4- dedicaban al tema sobre “Dispositivos y máquinas mecánicas” dos cursos en Primaria y las otras -EDIT2 y EDIT3- lo hacía parcialmente en un curso más.

Protocolos de análisis

Describimos los instrumentos de recogida de información utilizados en cada subproblema.

a) En relación con SP1

Pretendíamos identificar y analizar los contenidos presentes en cada lección. Para los conceptuales se realizó un listado de los conceptos presentes en el texto principal y en las actividades planteadas (principalmente en las de desarrollo, y en las de aplicación y adquisición de competencias); luego se agruparon en función de unos tópicos. Para los procedimentales y actitudinales, hemos analizado cada una de las actividades, usando las clasificaciones de categorización de contenidos propuestas por Pro (2003).

c) En relación con el SP2

A partir de los contenidos y criterios de evaluación del currículum del MEC (2006), hemos construido dos parrillas -una para cada uno- para valorar su presencia. La elección por los del currículum estatal vino motivada porque, en el caso de los contenidos, en el autonómico no aparecían todos los que estaban en el estatal. Por otra parte, consideramos más adecuado extraer los criterios de evaluación de las explicaciones aportadas por el legislador.

En cuanto a la contribución del Área del Conocimiento del Medio a la adquisición de competencias, no existía una coincidencia entre las subcompetencias contempladas en el currículum estatal y en el autonómico. Casi todas las que aparecían en el autonómico se recogían en el estatal pero no al revés. Por tanto, tomamos como referentes las del MEC (2006) y utilizamos una parrilla semejante a las anteriores, excluyendo la subcompetencia cultural y artística pues no estaba claro si el legislador incluía el patrimonio natural.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Resultados del Subproblema Principal Uno (SP1)

Para dar respuesta al SP1, lo desdoblamos en dos subproblemas (SP1.1. y SP1.2). Mantenemos esta diferenciación en la descripción y discusión de los resultados.

SP1.1. ¿Qué contenidos conceptuales aparecen en los textos seleccionados?

Se identificaron los contenidos conceptuales de cada libro. Luego se agruparon en torno a diferentes ámbitos en relación con las “Máquinas y aparatos”.

Globalmente hemos de decir que existe una gran heterogeneidad en la selección de los contenidos conceptuales. Mientras hay textos que ignoran algunos, otros “pasan de puntillas” por esos mismos conocimientos y los demás los abordan en profundidad. Desde luego, cada editorial ha entendido el currículum de forma diferente.

Si nos centramos en la “cantidad de conceptos” y el número de lecciones de cada editorial, observamos que, en general, existe una cierta descompensación entre las cuatro editoriales. Globalmente, las “lecciones más cargadas” de conocimiento son las de EDIT3 y EDIT4 (con una media cercana a 60 conceptos diferentes) y las que menos EDIT1 y EDIT2 (con media por debajo de 50 cada uno); podríamos pensar que son muchos para corresponder sólo a parte de uno de los bloques de la asignatura pero, teniendo en cuenta que en la mayoría de los casos están relacionados con ejemplos de máquinas y aparatos de la vida cotidiana, el número puede resultar un poco engañoso.

Mención especial habría que hacer a la terminología empleada. Así, en relación con el concepto de fuerza aplicada sobre una máquina simple, en EDIT4 se sustituye por

potencia; el de resistencia por carga... En definitiva, creemos que se cuida poco el lenguaje, en la misma línea de lo denunciado en los trabajos de García (2008) y Pro, Sánchez y Valcárcel (2007).

SP1.2. ¿Qué contenidos procedimentales y actitudinales aparecen en los textos seleccionados? ¿Resultan coherentes en la estructura de los mismos?

Como han señalado otros autores -por ejemplo, Pro (2003)- los contenidos procedimentales y actitudinales no se aprenden por casualidad ni colateralmente, sino que requieren intervenciones intencionadas, al igual que los conceptos, para aprenderlos. Estas se realizan mediante actividades, unas veces resueltas y otras propuestas para que el alumnado las realice.

En nuestro caso, para estudiar la presencia de los procedimientos en cada texto, hemos analizado las actividades, manteniendo la diferenciación entre las de iniciación, de desarrollo, de aplicación y de competencia, e identificando sus procedimientos implícitos.

Luego desechamos las de iniciación porque su finalidad es diferente y su número, cuando las había, era muy reducido. También juntamos las de aplicación y las de adquisición de competencias porque hay editoriales que no utilizan unidades completas para trabajar los contenidos analizados, lo hacen parcialmente, y esto afecta en algunos casos a estas actividades. Fruto de todo ello, hemos elaborado las tablas de cada una de las editoriales.

Se ha contado el número de veces (frecuencia) que aparece cada procedimiento o actitud en las actividades de cada sección de las lecciones. Es decir, conocemos el número de veces que se ha utilizado cada procedimiento o actitud en cada editorial y el número total de actividades en las que puede aparecer. Dado que existen diferencias en el número de actividades de las editoriales, parece más representativo el valor de la presencia porcentual (es decir, el número de actividades que contiene un procedimiento o actitud dividido por el número total de actividades planteadas). Además, este valor nos permite el contraste entre las editoriales.

Siguiendo los criterios usados por Pro, Sánchez y Valcárcel (2007), no nos interesa el “valor exacto”, siempre sujeto al error en la categorización por parte del investigador. Por eso, hemos usado intervalos de presencia: “--” cuando su presencia es menor del 10%; “x” cuando está entre el 10% y el 20% de las actividades; “xx” cuando aparece entre el 21% y el 40%; y “xxx” en más del 40%.

En el Anexo 1, se recoge la distribución de los contenidos procedimentales y actitudinales, tanto en las actividades de desarrollo como en las de aplicación/competencia. A la vista de estos datos podemos decir que:

- En los procedimientos hay una presencia importante de “análisis e interpretación de situaciones” e “identificación de elementos”. Hay, sin embargo, ausencias que también hemos destacado y que responden a una visión -que no compartimos- de la materia. Existen discrepancias entre los contenidos de las actividades de desarrollo y las de aplicación. Por otro lado, hay diferencias importantes entre las editoriales, lo que, por lo menos, pone de manifiesto que no sólo hay una forma de enseñar pero, desde luego, resulta difícil quedarse con una de las propuestas.

- En cuanto a las actitudes, su ausencia resulta clamorosa; sólo tiene alguna presencia la “valoración de la importancia tecnológica y social de los conocimientos científicos”. Por su presencia anecdótica, no se puede hablar de coherencia y tampoco de diferencias entre las editoriales porque, en ningún caso, parece que se consideren contenidos prioritarios para la formación de los ciudadanos.

4.2. Resultados del Subproblema Principal Dos (SP2)

Para dar respuesta al SP2, lo desglosamos en tres subproblemas (SP2.1., SP2.2. y SP2.3.).

SP2.1. *¿Se ajustan a lo establecido en los Bloques de Contenidos?*

Hemos de decir previamente que el número de conceptos de cualquier libro de texto es normalmente mucho mayor que el del currículo oficial, entre otros, por dos motivos: por las características de ambos documentos y porque la finalidad de los documentos legales es fijar los contenidos mínimos y estos pueden ser ampliados o completados, según las decisiones docentes. Por tanto, que haya más conceptos en los libros de texto que en el currículum oficial del MEC es lógico y no nos debe sorprender.

Lo que no resulta justificable es que las editoriales no recojan todos los contenidos del currículo como deberían, así por ejemplo:

- En segundo ciclo, la única editorial que no contempla la planificación y realización de una pequeña máquina es EDIT1. En ésta hay también dos cambios de contenidos, uno en cada ciclo, a la vista de lo prescrito en el currículo oficial.
- El EDIT2 es la que tiene menos ausencias; de hecho, recoge todos. Además traslada a segundo ciclo dos de los contenidos prescrito para el tercero.
- En EDIT3 no se contemplan los contenidos de tercer ciclo, porque prácticamente sólo trabaja los “Dispositivos y máquinas mecánicas” en el segundo. Hay dos cambios de ciclo y no incluye la construcción de estructuras en 3er. ciclo.
- En EDIT4 es en la que se produce el mayor número de omisiones; éstas afectan al 2º y 3er. ciclo. Además, hay contenidos que están cambiados de ciclo según lo prescrito.

No obstante, habría que llamar la atención, no sólo por las ausencias sino por las incorporaciones. En nuestro caso vemos que, además de no contemplar todos los exigibles por el currículo oficial, se ha incrementado el “mínimo” de forma desproporcionada...

SP2.2. *¿Se ajustan a los Criterios de Evaluación?*

Los criterios de evaluación del currículo condicionan el tipo de conocimientos, destrezas o actitudes que queremos que adquieran los alumnos y, en muchos casos, la forma de abordarlos. Para ellos, utilizamos una parrilla con una primera columna en la que se señalaron las afirmaciones contenidas en el currículo por ciclo y, en las demás, la presencia o ausencia en el libro correspondiente.

Ninguna de las editoriales contempla todos los criterios de evaluación. Las principales ausencias se realizan en la valoración del trabajo cooperativo (no hay actividades en grupo y pocas veces se invita a hacerlas) y en el cuidado por la seguridad propia y de los demás (sólo EDIT2 y puntualmente EDIT1 aluden a ello). Ambas forman parte de los conocimientos actitudinales, muy excluidos de los libros de texto, como pudimos apreciar en el SP1.2.

Otras ausencias importantes se dan en el criterio “aplicación de cálculos matemáticos para la construcción de algún objeto o aparato”. Teniendo en cuenta que sólo una editorial - EDIT3- plantea una sola actividad en la que el alumno debe medir, el resultado se ajusta a la realidad pero resulta injustificable. Creemos que, entre la “matematización” de las ciencias y la ignorancia absoluta del tratamiento matemático hay puntos intermedios.

Mención especial hay que hacer de las “ausencias” en EDIT3 y EDIT4 de los criterios de evaluación (6/10). En EDIT3, además, hay varios cambios de ciclo; dado que esta editorial tiene casi todos los contenidos en 2º ciclo, “casi se obligan” a abordar en éste

algunos que el currículum oficial señala para el 3er. ciclo. Hay que decir, no obstante, que la formulación es tan ambigua que a veces resulta difícil la valoración que podríamos hacer del “grado” de presencia, pero su estudio nos alejaría de los propósitos de nuestro trabajo.

SP2.3. ¿Cómo contribuyen al desarrollo de las Competencias Básicas?

Hemos de señalar inicialmente que la adquisición de cualquier competencia no es objeto de una sola materia curricular –en nuestro caso, del área de Conocimiento del Medio, Natural y Social- y mucho menos desde parte de un bloque como el de “Dispositivos y máquinas mecánicas”. Tampoco el currículo establece en qué grado debe desarrollarse cada competencia en cada ciclo de Primaria. Por todo ello, sólo podemos valorar en qué grado se hace, sin poder afirmar si se adquirirán todas o no con todo el libro de texto o si se ajusta o no a lo previsto en el currículum.

Como comentamos, hemos utilizado lo prescrito en el currículum estatal y hemos resumido los resultados en la Tabla 1. En la primera columna se recogen las competencias y subcompetencias establecidas oficialmente y, en las demás, el grado de contribución desde nuestra valoración; se han establecido los niveles: Alto (A), Medio (M), Bajo (B) o Nulo (-).

Contribución del Área Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural a la adquisición de subcompetencias (MEC)	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
a) Competencia social y ciudadana				
- desarrollar actitudes de diálogo, reflexionar sobre los conflictos, de la asertividad que conlleva el uso de habilidades, de modos, de reconocimiento y uso de convecciones sociales para facilitar la buena comunicación y el buen estar del grupo	-	-	-	-
- asentar las bases de una futura ciudadanía mundial, solidaria, curiosa e informada, participativa y demócrata.	-	-	-	-
- iniciar la comprensión de los cambios producidos en el tiempo para ir acercándose a las raíces históricas de las sociedades actuales	M	B	A	B
b) Competencia en el conocimiento e interacción en el mundo físico				
- apropiarse de conceptos que permiten interpretar el mundo físico	A	A	A	A
Saber definir problemas	B	M	M	-
Estimar soluciones posibles	B	M	B	B
- acercarse a rasgos del método con el que se construye el conocimiento científico:	-	B	-	-
Elaborar estrategias	-	B	B	-
Diseñar pequeñas investigaciones	B	B	M	B
Analizar resultados	-	B	M	-
Comunicar resultados	-	B	M	-
c) Tratamiento de la información y competencia digital				
- comprender información se presenta en diferentes códigos, formatos y lenguajes (leer un mapa, interpretar un gráfico, observar un fenómeno o utilizar una fuente histórica)	-	B	B	B
- adquirir una alfabetización digital: una utilización básica del ordenador, el manejo de un procesador de textos y la búsqueda guiada en Internet	M	-	B	-
d) Comunicación lingüística				

- aumentar significativamente la riqueza en vocabulario específico	A	A	A	A
- valorar en los intercambios comunicativos la claridad en la exposición, rigor en el empleo de los términos, la estructuración del discurso, la síntesis, etc.	-	-	-	-
- acercarse a textos informativos, explicativos y argumentativos	B	-	B	-
e) Aprender a aprender				
- desarrollar técnicas para aprender, organizar, memorizar y recuperar la información, tales como resúmenes, esquemas o mapas mentales	M	B	M	B
g) Autonomía e iniciativa personal				
- tomar decisiones desde el conocimiento de uno mismo, en el ámbito escolar y en la planificación de forma autónoma y creativa de actividades de ocio	-	-	-	-
f) Competencia matemática				
- utilizar herramientas matemáticas en contextos significativos de uso, tales como medidas, escalas, tablas o representaciones gráficas	-	B	B	-

Tabla 1. Grado de contribución de las editoriales a la adquisición de competencias

A la vista de los resultados de la tabla podemos decir que las mayores contribuciones son:

- en relación con el *Conocimiento e interacción con el mundo físico*, creemos que todas las editoriales realizan contribuciones de nivel alto en la subcompetencia: “apropiarse de conceptos que permiten interpretar el mundo físico”. Hay contribuciones bajas, en casi todas las editoriales, a “estimar soluciones posibles” y “analizar los resultados”, fundamentalmente porque a las actividades planteadas se les exige una solución. En las demás existe una escasa o nula presencia, prevista a la vista de los resultados de los procedimientos (SP1.2).

- en relación con la *Comunicación Lingüística*, constatamos grandes diferencias entre las subcompetencias planteadas en el documento oficial. Por un lado, existe un alto grado de contribución a una de ellas por la cantidad enorme de elementos incluidos, todos con su denominación, sus partes, su funcionamiento... Por otro, la nula presencia de actividades de exposición oral y la escasa de uso de textos distintos al propio texto.

Además, tres de las editoriales mencionan las competencias (excepto EDIT2). Nos parece una iniciativa muy adecuada no sólo para clarificar al profesorado el significado y el alcance de este nuevo término pedagógico sino para que el propio estudiante se vaya introduciendo en una forma diferente de aprender. Lo curioso es que no se parecen ni en los contenidos implicados ni en la estructura ni en la forma de presentarlas. En cualquier caso, parece obligado hacer referencia a cada una de ellas.

En EDIT1, bajo el epígrafe “Pon a prueba tus competencias”, se plantean dos actividades: qué coche comprar (ofrecen tres con una serie de características) y cómo funciona una cámara de fotos; en ambos casos, se plantea cómo han influido estas máquinas en el desarrollo de la vida cotidiana. Aunque se pueden desarrollar subcompetencias del conocimiento e interacción en el mundo físico y de la social y ciudadana, creemos que no dejan de ser actividades de aplicación.

En EDIT3, bajo el epígrafe “Mis competencias”, se plantean actividades de características diferentes: qué energía utilizamos y cómo podemos ahorrarla y la construcción de una catapulta. Quizás sea la editorial que más nos acerca al verdadero significado de competencias, al incluir subcompetencias de conocimiento e interacción del mundo físico, social y ciudadana, digital, aprender a aprender...

En EDIT4, bajo el epígrafe “Practica competencias básicas”, se presentan unas actividades parecidas a las que se han trabajado en las de aplicación: preguntas cerradas, observación de figuras, relaciones entre conceptos, sopa de letras... pero todas referidas al tema. Podría decirse que, en el mejor de los casos, se refieren a competencia en el conocimiento e interacción en el mundo física y a la competencia lingüística... en el tema.

CONCLUSIONES

En conjunto, podemos observar la gran cantidad de contenidos que hay que enseñar y que hay que conocer para saber hacerlo. Esto lleva consigo el tener una formación amplia y actualizada o disponer de técnicas, estrategias y dinámicas para conocerlos, enseñarlos y actualizarlos, en el caso de los procedimientos, y las actitudes no se aprenden por casualidad.

Además, deducimos como necesidades formativas que el futuro maestro debe conocer el currículum y ser capaz de detectar las carencias y excesos de los contenidos contemplados en los libros de texto, y también, que debe clarificar el término de competencia y aprender cómo enseñarlas y evaluarlas.

Por último, señalar que resulta necesaria una transformación profunda de este recurso didáctico, que nos guste o no, es clave en nuestro sistema educativo (Del Carmen, 2001).

BIBLIOGRAFÍA

CARM (2007). Decreto 286/2007, de 7 de Septiembre, por el que se establece el currículum de la Educación Primaria en la Región de Murcia (BORM de 12 de Septiembre de 2007).

Del Carmen, L. (2001). Los materiales de desarrollo curricular: un cambio imprescindible. *Investigación en la Escuela*, 43, 51-56.

García, A. (2008). Relaciones CTS en la educación científica básica. I. Un análisis desde los textos escolares en la enseñanza de la electrónica. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(3), 375-388.

MEC (2006). Real Decreto 1513/2006 de 7 de diciembre por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria (BOE 8 de diciembre de 2006).

Pro, A. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la Física. En la obra de Jiménez et al: *Enseñar Ciencias* (pp. 175-202). Barcelona: Grao.

Pro, A., y Pro, C. (2010). Comunicaciones en el currículum oficial. *Alambique*, 64, 9-22

Pro, A., y Pro, C. (2011): “¿Qué estamos enseñando con los libros de texto? La electricidad y la electrónica de Tecnología en 3º ESO”. *Eureka. Enseñanza y divulgación de la Ciencia*, 8(2), 149-170

Pro, A., Sánchez, G., y Valcárcel, M.V. (2007): Los contenidos de los libros de texto de Física y Química en la implantación de la Reforma LOGSE. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(2), 367-386.

Anexo 1. Contenidos procedimentales y actitudinales en las actividades de desarrollo y de aplicación/competencia

CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDADES DE DESARROLLO				ACTIVIDADES DE APLICACIÓN/ COMPETENCIA			
	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
Destrezas técnicas								
Realización de montajes					--	X	--	X
Construcción de aparatos						--	--	X
Destrezas básicas								
Observación		X	X	X	--	XX	XX	XXX
Medición							--	
Clasificación y seriación	--	XX	--		--	--	X	
Tabulación o representación gráfica	--			--		--	--	X
Destrezas de investigación								
Identificación de problemas	--		--		--	X	--	
Identificación de elementos	--	X	X	XX	XX	X	X	XX
Realización de predicciones	--					--	--	X
Análisis e interpretación de datos					--		--	
Análisis e interpretación de situaciones	XX	XXX	XXX	X	X	XXX	XXX	XXX
Uso de modelos interpretativos					--		--	
Establecimiento de conclusiones					--	X	X	
Destrezas de comunicación								
Representación simbólica	--				X	--	--	X
Identificación de ideas en material escrito	--		--		X		--	
Búsqueda de información	--			--	--	--	X	
Elaboración de informes o materiales					--	--	--	
SIN PROCEDIMIENTOS (%)	63%	33%	23%	58%	16%	14%	19%	10%
TOTAL ACTIVIDADES	46	18	31	26	49	37	27	10
CONTENIDOS ACTITUDINALES	ACTIVIDADES DE DESARROLLO				ACTIVIDADES DE APLICACIÓN/ COMPETENCIA			
	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
Actitud hacia las Ciencias								
Valoración de la importancia de los descubrimientos científicos	X	X	XX		X	XX	--	
Respeto por el medio								
Ninguna								
Actitud hacia la actividad científica								
Rigor y precisión en la recogida de información					--	X	--	X
Coherencia entre datos-análisis-inferencias y conclusiones					--		--	
Respeto de las normas de seguridad	--					--	--	X
Hábitos saludables								
Adopción de hábitos de comportamiento saludables	--	--			X			
Adopción de posturas de ahorro energético	--							
SIN ACTITUDES (%)	80%	83%	67%	100%	80%	70%	89%	80%
TOTAL ACTIVIDADES	46	18	30	26	49	37	27	10

Agradecimiento. Este trabajo forma parte del trabajo de investigación "Adquirir competencias profesionales para enseñar competencias básicas: investigando sobre la formación inicial de maestros para enseñar ciencias en la educación primaria." (EDU2012-33210), financiado por el Programa Nacional de Proyectos de Investigación Fundamental en el marco del VI Programa Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011, Subprograma de Proyectos de Investigación Fundamental no Orientada.

Opiniones sobre la enseñanza científica y dificultades de aprendizaje de las ciencias en maestros en formación

Delgado, J.,* Vallés, C.,** Gil, C.,** López, M. A.,** Verde, A.,*** Allué, J. R.,**** Vílchez, J. E.,***** Ceballos, M.,***** Escobar, T.,***** Gago, A.*

Dpto Didáctica de Ciencias Experimentales, Sociales y Matemática. Universidad de Valladolid.

*Facultad de Educación y Trabajo Social de Valladolid jdelgado@dce.uva.es

**Facultad de Educación de Segovia cvalles@dce.uva.es

***Facultad de Educación de Soria anamaria@dce.uva.es

****Facultad de Educación de Palencia rallue@agro.uva.es

*****Dpto. de Ciencias Experimentales y Matemáticas. Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola Ceu-Universidad de Sevilla. Sevilla.
jvilchez@ceuandalucia.com

RESUMEN

El objeto del trabajo es determinar qué dificultades tienen los maestros en formación para el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias tras haber cursado *Practicum* y materias relacionadas con las ciencias. Se diseñó un instrumento para recabar información sobre la formación científica previa de los alumnos del Grado de Educación Primaria, de sus opiniones sobre la formación científica recibida en la titulación y de las dificultades que experimentan para enseñar contenidos científicos. Se comparan resultados de los cuatro campus de la Universidad de Valladolid y de un centro asociado a la Universidad de Sevilla. Parece haber coincidencia en la opinión sobre la ciencia en los cinco campus, si bien, algunas respuestas sugieren que hay que seguir trabajando para mejorar su formación sobre las ciencias. También hay coincidencia, con pequeños matices, en los contenidos que les resultan más difíciles para aprender y para enseñar.

PALABRAS CLAVE: Alfabetización científica, aprendizaje y enseñanza de ciencias, maestros en formación, estudio comparativo intercampus

INTRODUCCIÓN

La alfabetización científica es de gran importancia para la sociedad porque tiene una influencia muy elevada en la investigación científica y el avance tecnológico, al margen de otros aspectos. Hodson (1992) considera que la alfabetización científica se desarrolla a través de la adquisición de conocimiento sobre la ciencia, su naturaleza, métodos empleados, su relación con la sociedad y, también, teniendo alguna relación directa con el desarrollo de la ciencia.

Marco-Stiefel (2000) contempla varios grados para abordar la alfabetización científica que van desde el entorno escolar, al entorno de la comunidad y sociedad hasta el relacionado con la cultura científica. Acevedo (2004), por su parte, destaca que la

alfabetización deber ir más allá de la formación de futuros científicos, debiendo considerar también la formación científica de los ciudadanos.

La Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE, 2011) recomienda comenzar a educar en este sentido desde edades tempranas. En los currículos oficiales de enseñanza preuniversitaria se incluyen contenidos relacionados con la ciencia. En los planes de estudio de titulaciones de Maestro se contemplan materias relacionadas con las ciencias y su enseñanza, constituyendo una parte importante en su formación (Cañal, 2000; Mellado y González, 2000; Porlán et al., 2010). Los conocimientos científicos que adquieren los maestros en formación condicionarán su enseñanza y la metodología empleada en el aula (Cañal, 2007; Martí, 2012; Pujol, 2003).

El trabajo actual pretende contribuir a la alfabetización científica a través de la adecuada formación científica de los alumnos de Grado de Maestro en Educación Primaria. El estudio se ha centrado en el distrito universitario de la Universidad de Valladolid y en un campus adscrito a la Universidad de Sevilla (Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola Ceu), teniendo especial relevancia al comparar resultados de 5 centros de formación de profesorado.

En estos campus universitarios la enseñanza de las ciencias en la titulación de maestro se lleva a cabo a través de dos asignaturas de carácter obligatorio, al margen de otras complementarias de carácter optativo. Los resultados académicos y la percepción durante las sesiones prácticas, induce a pensar por parte del profesorado de estas materias que algunos alumnos tienen cierta dificultad para aprender ciencias. Por este motivo, se pretende obtener información sobre la formación científica de los alumnos del Grado de Maestro en Educación Primaria para estar en condiciones de mejorar su formación en ciencias.

OBJETIVOS

El objeto del trabajo es conocer la trayectoria formativa preuniversitaria y el nivel de alfabetización en ciencias de los alumnos del Grado de Maestro en Educación Primaria. Se pretende obtener información sobre las dificultades de los futuros maestros para aprender y enseñar ciencias y los factores influyen en esas dificultades. Se busca que los resultados sean generalizables al resto de campus con titulaciones de grado en Educación Primaria, constituyendo un referente para abordar estrategias y trabajos conjuntos. El fin es mejorar el aprendizaje de contenidos científicos y didácticos y técnicas de enseñanza de maestros en formación.

METODOLOGÍA

Para la recogida de la información se diseñó un cuestionario constituido por tres partes:

Primera parte

Incluye 6 preguntas sobre formación preuniversitaria, razones que motivaron la elección de esta titulación, edad, sexo y 20 preguntas de tipo likert para determinar el nivel de alfabetización científica de los encuestados. En estas últimas preguntas, las respuestas a elegir eran 5 entre la más desfavorable (*Muy en desacuerdo*) y la más favorable (*Muy de acuerdo*).

Segunda parte

A través de 10 preguntas intenta recabar información sobre la opinión manifestada en relación a la metodología de las asignaturas de ciencias que han cursado, las fuentes de información consultadas (internet, libro de texto, libros científicos, revistas de

divulgación, profesor-tutor y compañeros) y sobre propuestas de mejora. En todas las preguntas, los encuestados deben priorizar las respuestas

Tercera parte

Constituida por una pregunta relacionada con los contenidos de ciencias experimentales y su didáctica que consideran difíciles de aprender. La pregunta tiene varias posibles respuestas que deben priorizar. Otra pregunta similar, pero en la que deben considerar los contenidos que les resultan o estiman difíciles para enseñar a los futuros alumnos de Educación Primaria. Debido al momento de realización del estudio, los contenidos se refieren a los reflejados en el currículo oficial de educación Primaria a nivel estatal (MEC, 2007) relacionados con la Ley Orgánica de Educación (LOE, 2006).

Los datos obtenidos en las tres partes del cuestionario se trasladaron a una hoja de cálculo y se procedió a su interpretación tras someterlos a un tratamiento estadístico. Para este estudio, que se considera de carácter preliminar, se tuvieron en cuenta la media y la moda.

Se han recogido datos en los cuatro campus de la Universidad de Valladolid (Valladolid, Segovia, Soria y Palencia) y en el campus de Bormujos (Sevilla) en el Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola Ceu, adscrito a la Universidad de Sevilla. El cuestionario se validó con dos grupos reducidos en el campus de Segovia, permitiendo incorporar mejoras y eliminar fallos que impedían su interpretación objetiva.

Para la obtención de los datos del estudio, el cuestionario fue completado por alumnos que ya habían cursado el *Practicum* y las materias obligatorias sobre ciencias experimentales.

RESULTADOS

Se presentan los resultados por campus y se comentan de acuerdo a la parte del cuestionario en la que se encuentran. En el apartado de discusión se hará una aproximación a la interpretación de los datos comparando los resultados de los cinco campus.

Campus de Valladolid

En las cuestiones sobre alfabetización científica los encuestados responden de manera predominante favorablemente, existiendo algunos valores desfavorables. Parece que poseen una correcta opinión sobre la ciencia, lo que puede indicar que el nivel de alfabetización científica es adecuado. No obstante, las respuestas desfavorables indican que todavía no se ha alcanzado el nivel deseado de formación científica básica.

En relación a las fuentes consultadas por los alumnos para su formación, las opciones más seleccionadas han sido, en orden de mayor a menor preferencia: internet, libro de texto, profesor-tutor y compañeros. Esto nos indica que internet es para ellos la fuente más habitual de consulta y que le dan mayor prioridad respecto al tutor o a un compañero, quizá por cercanía o comodidad.

En cuanto a las dificultades encontradas por los maestros en formación, de las respuestas se extrae que los contenidos que más esfuerzo les cuesta aprender son, por orden de más a menos dificultad: Máquinas, Mezclas, Luz y sonido y Energía. Sobre las dificultades para enseñar, los maestros en formación han manifestado que los siguientes contenidos, en orden de más a menos dificultad, son los que les crean más problema: Mezclas, Fuerzas, Energía, Máquinas y Luz y sonido (Delgado, 2015).

Campus de Segovia

Los alumnos presentan buena opinión sobre el papel de la ciencia y sobre cómo han aprendido ciencia y su didáctica en la titulación hasta el momento, pues todas las preguntas excepto una de ellas, obtienen una valoración media por encima de 3,0 (*De acuerdo*).

En cuanto a las fuentes consultadas por los alumnos, las opciones más seleccionadas han sido, en orden de prioridad: internet, profesor-tutor, compañeros/libros científicos, libros de texto, revistas de divulgación. Al igual que ocurría en el campus de Valladolid, internet sigue siendo la fuente más consultada, si bien recurren con más facilidad al tutor que a un libro.

Los contenidos que más esfuerzo les cuesta aprender son, por orden de mayor a menor esfuerzo: Mezclas, Máquinas, Fuerzas y Luz y sonido. Sobre las dificultades para enseñar, los maestros en formación han manifestado que los siguientes contenidos, en orden de más a menos dificultad, son los que les crean más problema: Mezclas, Máquinas, Fuerzas y Energía. Hay cierta coincidencia con los datos del campus de Valladolid, si bien parece que a los alumnos de Segovia no les crea problema la enseñanza de los contenidos sobre luz y sonido.

Campus de Soria

La valoración general relativa a opiniones sobre la ciencia y formación científica indica que los alumnos tienen una imagen adecuada de la ciencia, si bien, aunque hay pocas respuestas *Muy en desacuerdo*, tampoco las hay en el extremo *Muy de acuerdo*.

Sobre las fuentes consultadas, la opción más priorizada es la de internet, seguida por la consulta a un compañero, los libros de texto y, en última opción, consulta al profesor. En general los alumnos tienen una opinión positiva sobre aspectos más relacionados con la metodología didáctica.

En cuanto a las dificultades encontradas por los maestros en formación, de las respuestas se extrae que los contenidos que más esfuerzo les cuesta aprender son, por orden: Fuerzas, Máquinas y Energía, siendo el segundo un tipo de contenido que se repite en los cuatro campus vistos. En relación a las dificultades para enseñar, los maestros en formación han manifestado que los siguientes contenidos, en orden de más a menos dificultad, son los que les crean más problema: Fuerzas, Mezclas, La materia, Energía y Máquinas. A grandes rasgos, las respuestas de las tres partes del cuestionario coinciden con las respuestas procedentes de los campus de Valladolid y Segovia.

Campus de Palencia

Los resultados procedentes de este campus se asemejan al resto de campus. En líneas generales, los alumnos parecen tener una opinión de la ciencia bastante positiva. Demandan, principalmente, más sesiones de carácter práctico en el laboratorio y de aplicación didáctica de contenidos científicos y no tanto de profundización en contenidos teóricos. Al igual que en otros campus, la fuente preferida para resolver dudas es internet, en primera opción, y el profesor-tutor a continuación. En relación a las dificultades que dicen tener para aprender y para enseñar coinciden en contenidos relacionados con física y química.

Campus de Bormujos

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el Campus de Bormujos, se observa una similitud con los resultados obtenidos en los cuatro campus de la Universidad de

Valladolid. El valor más repetido es 3 (*De acuerdo*) y en la mayor parte de los ítems la media supera este valor. Se puede concluir que los estudiantes de este campus tienen una buena, aunque mejorable, opinión sobre la ciencia.

En relación a las fuentes consultadas, de manera destacada domina la opción internet. A bastante distancia queda el profesor-tutor, los compañeros y el libro de texto, teniendo coincidencia con los resultados presentados en el campus de Segovia.

Los contenidos que más esfuerzo les cuesta aprender son, por orden de mayor a menor esfuerzo: Mezclas, Fuerzas, Máquinas, Energía y La materia, presentando cierta coincidencia con los resultados obtenidos en los campus de la Universidad de Valladolid. Sobre las dificultades para enseñar, los maestros en formación han manifestado que los siguientes contenidos, en orden de más a menos dificultad, son los que les crean más problema: Mezclas, Fuerza, Máquinas, Luz y sonido y Energía. Hay coincidencia con los campus de la Universidad de Valladolid, si bien sólo los alumnos de Valladolid y Bormujos manifiestan dificultad a la hora de enseñar los contenidos sobre Luz y sonido.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Considerando los resultados en conjunto de los campus estudiados, se observa que hay coincidencia en la opinión sobre la ciencia y la alfabetización científica del alumnado, manifestando éste un criterio mayormente favorable. Este dato, unido a la circunstancia de que la mayor parte de los alumnos proceden de un itinerario preuniversitario no científico, permitiría deducir que la formación sobre ciencia recibida durante la titulación del Grado es adecuada y eficaz. Sin embargo, algunas respuestas (aunque no son dominantes) son desfavorables, indicando que todavía hay puntos débiles en la metodología docente que hay que mejorar para que la formación científica de nuestros alumnos sea de mayor calidad. Esta dualidad entre respuestas favorables y desfavorables es similar a la comentada por Vázquez, Manassero y Talavera (2010) al estudiar actitudes y creencias sobre naturaleza de la ciencia, quienes estimaron que los resultados positivos podrían contrarrestar las respuestas negativas.

También se observa una coincidencia en los cinco campus, claramente destacada, en cuanto a la fuente de información utilizada por los alumnos, siendo internet el recurso preferido para resolver sus dudas. Habría que analizar con detalle la causa de esta preferencia, pero por el momento, este hecho se debería tener en cuenta a la hora de diseñar las estrategias didácticas.

En cuanto a los contenidos que manifiestan que son difíciles de aprender, en los cinco campus dominan los relacionados con máquinas, luz, fuerzas, mezclas, energía y materia, cada uno con distinta prioridad dependiendo del campus. No parece que los contenidos relacionados con ciencias naturales (biología y geología) les suponga un especial problema. Si se trata de enseñar, los alumnos manifiestan una prioridad diferente, pero siguen siendo los mismos contenidos que los señalados para el caso de aprenderlos. De acuerdo a estos resultados, los contenidos relacionados con física y química presentan mayor obstáculo en relación a la formación de los futuros maestros, por lo que es importante reforzar la metodología docente en este aspecto.

Asimismo, en cuanto al tipo de metodología empleada, los alumnos demandan sobre todo propuestas innovadoras relacionadas con aplicación didáctica de contenidos didácticos y formación para poder llevarlos a las aulas. Ante la pregunta de qué tipo de clase les gustaría recibir para aprender los contenidos de ciencias o cómo le gustaría que fueran las clases de ciencias, los alumnos siguen demandando, con mayor insistencia, más sesiones prácticas de aplicación de metodología científica y, en general, técnicas que se

alején de la metodología docente tradicional, Esto es coherente con la titulación que están cursando, siendo un aspecto positivo y que facilitará la asimilación de cambios metodológicos que se introduzcan en el futuro en las materias relacionadas con las ciencias experimentales en su titulación. No obstante, también se observa la demanda, tímidamente, de profundización en contenidos teóricos.

AGRADECIMIENTOS

El equipo de trabajo agradece al Vicerrectorado de Ordenación Académica e Innovación Docente de la Universidad de Valladolid la concesión del presente Proyecto de Innovación Docente (nº 120), convocatoria 2014-2015.

REFERENCIAS

Acevedo, J.A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16.

Cañal, P. (2000). El conocimiento profesional sobre las ciencias y la alfabetización científica en primaria. *Alambique*, 24, 21-32.

Cañal, P. (2007). La investigación escolar hoy. Enseñar y aprender investigando. *Alambique*, 52, 9-19.

COSCE (2011). Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España. *Confederación de Sociedades Científicas en España*. Último acceso el 27 de enero de 2016, desde http://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIENDE.pdf

Delgado, J. (2015). *Evaluación inicial del aprendizaje de contenidos científicos en los maestros en formación*. Comunicación presentada en el VII Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo y V Encuentro Iberoamericano en Enseñanza de las Ciencias, Burgos.

Hodson, D. (1992). In search of a meaning relationship: an exploration of some issues relating to integration in science education. *International of Science Education*, 14 (5), 541-556.

LOE (2006). *Ley Orgánica de Educación*. Boletín Oficial del Estado nº 106 de 4 de mayo de 2006. Jefatura del Estado.

Marco-Stiefel, B. (2000). La alfabetización científica como enfoque curricular. In: F.J. Perales y P. Cañal (Eds.) *Didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 141-164). Alcoy. Marfil.

Martí, J. (2012). *Aprender ciencias en la Educación Primaria*. Barcelona. Ediciones Graó.

Mellado, V. y González, T. (2000). La formación inicial del profesorado de ciencias. In: F.J. Perales y P. Cañal (Eds.) *Didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 535-556). Alcoy. Marfil.

MEC (2007). *Orden ECI/2211/2007, de 12 de julio, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación Primaria*. Boletín Oficial del Estado nº 173 de 20 de julio de 2007. Ministerio de Educación y Ciencia.

Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A. Harres, J., Azcárate, P. y Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias.*, 28 (1), 31-46.

Pujol, R.M. (2003). *Didáctica de las ciencias en educación primaria*. Madrid. Síntesis.

Vázquez, A., Manassero, M.A. y Talavera, M. (2010). Actitudes y creencias sobre naturaleza de la ciencia y la tecnología en una muestra representativa de jóvenes estudiantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9 (2), 333-352.

Formas de pensar del alumnado sobre radiactividad al finalizar la enseñanza secundaria obligatoria

Domínguez, J. M., Corbelle, J.

Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais. Universidade de Santiago de Compostela.

josemanuel.dominguez@usc.es

RESUMEN

En el presente trabajo se exploran, mediante un cuestionario diseñado *ad hoc*, algunas de las ideas del alumnado sobre radiactividad al finalizar su enseñanza obligatoria.

Palabras clave

Radiactividad, ideas previas, ESO

INTRODUCCIÓN

En un trabajo anterior (Corbelle y Domínguez, 2015) se estableció el marco teórico y se analizó el estado de la investigación didáctica en el campo conceptual de la radiactividad, centrando la atención en los ámbitos educativo y social. En dicho trabajo, se observaron, en el contexto anglosajón, un gran número de ideas y concepciones –que no se corresponden con las deseables desde el punto de vista de la ciencia escolar– y cómo han sido adquiridas. Además se señalaron algunas fuentes de procedencia.

Dicho análisis nos ha sugerido que sería de interés para la didáctica de las ciencias explorar, en un campo conceptual de tanta importancia desde el punto de vista socio-científico, qué es lo que ocurre en nuestro contexto respecto a las formas de pensar del alumnado de la muestra sobre radiactividad al finalizar su enseñanza obligatoria. Para ello, se ha diseñado como instrumento de recogida de datos un cuestionario *ad hoc* que se ha validado como se indicará posteriormente.

Problema de investigación: *¿Qué ideas poseen sobre la radiactividad los alumnos de la muestra al finalizar la Enseñanza Secundaria Obligatoria?*

METODOLOGÍA

Para dar respuesta a dicho problema de investigación, se ha seguido la metodología que a continuación se describe.

Muestra

Los alumnos participantes en el estudio, pertenecen a un grupo-clase de 4º de ESO de un Instituto de Enseñanza Secundaria situado en una pequeña población rural de la provincia de A Coruña. Dicho grupo-clase está formado por 18 estudiantes, 11 alumnas y 7 alumnos, de edades comprendidas entre 15 y 16 años. El nivel educativo de 4º de ESO fue elegido por ser su último curso de enseñanza obligatoria.

Instrumentos de recogida y análisis de la información

Se ha elaborado un cuestionario en el que se incluyen las soluciones aceptables desde el punto de vista de la ciencia escolar. Algunas cuestiones son de elaboración propia, mientras que otras han sido tomadas o adaptadas de la bibliografía, como se indica en el apartado de resultados y discusión. A dicho cuestionario se puede acceder en la URL: <https://drive.google.com/open?id=0B2rDo-zP9ze7ZV90RC1kT1JNem8>

Para la elaboración final de dicho cuestionario, se llevó a cabo una prueba piloto con otro grupo-clase de alumnos de 4º de ESO del mismo centro educativo. Como consecuencia de ello, se modificó la redacción de dos cuestiones y una tercera fue eliminada.

Para el análisis del cuestionario se consideraron las categorías (Corbelle y Domínguez, 2015) que se relacionan, indicando la relación de cada una de ellas con las preguntas del cuestionario: las fuentes radiactivas (cuestión 1), la diferenciación entre irradiación y contaminación (cuestión 2), el alcance y modo de propagación de la radiación (cuestión 3), la diferenciación entre radiactividad, materia radiactiva y radiación (cuestiones 2, 3 y 4), el átomo radiactivo (cuestiones 5.1 y 5.3), el período de semidesintegración, actividad y dosis (cuestión 5.2), los factores que afectan al proceso radiactivo (cuestión 6) y las medidas protectoras y efectos de la radiación (cuestiones 7.1 y 7.2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuestión 1

Esta cuestión, adaptada de Aubrecht y Torick (2000), tiene por objetivo averiguar hasta qué punto el alumnado es consciente de la existencia de fuentes radiactivas de origen natural y el grado con el que identifican la radiactividad con la acción humana y la tecnología.

Se pide al alumnado, en primer lugar, que señale en qué escenarios estaría expuesto a radiactividad y, posteriormente, que ordene los escenarios elegidos de mayor a menor exposición a la misma. Como se puede ver en la *Tabla 1*, solo 5 de los 18 alumnos consideran, correctamente, que están expuestos a radiactividad en todos los escenarios. Los 13 restantes indican que hay escenarios en los cuales no estarían expuestos a radiactividad, coincidiendo todos ellos en que uno de esos escenarios es el D. Es decir, solo 5 alumnos eligen el escenario D como un escenario en el cual estarían expuestos a radiactividad. Este resultado pone de manifiesto que la mayoría de los alumnos no son conscientes de su continua exposición a radiación ionizante de origen natural.

Ítem	Número de alumnos
Estaría expuesto a Radiactividad en todos .	5
No estaría expuesto a Radiactividad en ninguno .	0
No estoy de acuerdo con las respuestas anteriores, por lo que elijo los siguientes lugares:	13
Nº de alumnos que eligen el escenario A	15
Nº de alumnos que eligen el escenario C	18
Nº de alumnos que eligen el escenario D	5

Tabla 1. Resultados globales de la cuestión 1

Además, 15 alumnos manifiestan, erróneamente, que en el escenario A estarían expuestos a radiactividad, indicándolo, en la posterior ordenación, en primer o segundo lugar. El

escenario C es elegido también incorrectamente, en este caso por los 18, como un escenario en el que estarían expuestos a radiactividad, situándolo como segunda o tercera opción. Se observa la tendencia a relacionar las fuentes radiactivas con diferentes dispositivos tecnológicos, resultados que coinciden con los encontrados por Boyes y Stanisstreet (1994) en alumnos de secundaria y Aubrecht y Torick (2000) en profesores en formación.

Cuestión 2

Se trata de una cuestión adaptada de Prather y Harrington (2001), cuyo objetivo es averiguar si el alumnado de la muestra distingue entre irradiación y contaminación y cómo interpretan la interacción de la radiación con la materia. En la *Tabla 2* se recogen los resultados obtenidos.

Ítem A. ¿Emitirá la fresa, en el caso B, radiación?	Número de alumnos			
1. La fresa emitirá radiación	8			
2. La fresa no emitirá radiación	10			
Ítem B. ¿Contendrá la fresa, en la situación B, sustancias radiactivas?				
1. La fresa en la situación B contiene sustancias radiactivas	12			
2. La fresa en la situación B no contiene sustancias radiactivas	6			
Combinación de respuestas A y B				
Número de alumnos	A1/B1	A1/B2	A2/B1	A2/B2
	4	4	8	2

Tabla 2. Resultados globales de la cuestión 2

Con respecto a la primera pregunta, se manifiestan (al 50%) dos modos para interpretar la interacción de la radiación con la materia:

- a. La fresa absorbe la radiación y la reemite más o menos rápidamente. Ejemplos de respuestas representativas serían:

“La fresa emitirá radiación ya que ha estado expuesta a una radiación, la cual luego es desprendida por la fresa.” (Alumno 9)

“Si emitirá radiación porque la fresa seguirá conteniendo esa radiación en su interior que será perjudicial para nosotros al comerla” (Alumna 16)

- b. La fresa absorbe la radiación y queda contenida en su interior, como si fuese un contaminante. Ejemplos de respuestas serían:

“No emitiría radiación, simplemente absorbería la radiación emitida por la fuente radiactiva. A pesar de no emitir radiación, si alguien consumiera la fresa se vería afectado por la radiación que esta había absorbido.” (Alumna 3)

“Creo que no emitirá radiación porque creo que la radiación sería absorbida por la fresa y no saldría de ella.” (Alumno 8)

Obsérvese como la alumna 16 en la interpretación “a”, y la alumna 3 en la interpretación “b”, hacen referencia al efecto perjudicial de la radiación, a pesar de no haber hecho ninguna referencia a ello en el enunciado de esta cuestión. Esto es una manifestación más de la predisposición a pensar en la radiación procedente de sustancias radiactivas como especialmente peligrosa, independientemente de la dosis recibida.

Con respecto a la segunda pregunta, 12 de los 18 alumnos afirman que la fresa contiene sustancias radiactivas lo que, desde el punto de vista de la ciencia escolar, se interpretaría como contaminación. Sin embargo, no está claro cuál es el mecanismo de tal contaminación. Por ejemplo, un alumno afirma:

“Porque ha estado expuesta a la radiación y esta se ha contaminado.”
(Alumno 12)

En otros casos parece haber una confusión entre los conceptos de radiación y sustancia radiactiva:

“Sí, porque anteriormente ha sido irradiada y por ello ahora contiene sustancias radiactivas que han sido transmitidas por la fuente.” (Alumna 17)

Además, al analizar la combinación de respuestas a las preguntas A y B, se comprueba que solo 2 alumnos eligieron la combinación correcta, A2/B2, mientras que la combinación mayoritaria, A2/B1, elegida por 8 alumnos, no tendría sentido desde el punto de vista científico.

En general, fue complicado para el alumnado responder a esta cuestión dificultando, en ocasiones, la interpretación de sus respuestas.

Cuestión 3

Es una cuestión de elaboración propia en la que se pretende averiguar hasta qué punto el alumnado es capaz de diferenciar los términos radiactividad, radiación y sustancia radiactiva y aplicarlos a un contexto real como el del accidente en la central nuclear de Fukushima. En la *Tabla 3* se puede observar que mayoritariamente se elige el término radiación y que solo 3 alumnos eligen el término correcto: sustancias radiactivas.

Ítem	Número de alumnos	
Japón se prepara para una fuga masiva de	radiactividad	0
	radiación	14
	sustancias radiactivas	3
Elegiría cualquier opción, los tres términos significan lo mismo	1	

Tabla 3. Resultados globales de la cuestión 3

Las justificaciones dadas a esta cuestión, permiten apreciar algunas concepciones sobre el alcance y modo de propagación de la radiación:

“Porque las sustancias radiactivas se pueden tener controladas ya que son sustancias pero la radiación se transmite por el aire.”

Cuestión 4

El objetivo de esta cuestión, de elaboración propia, es averiguar cómo el alumnado interpreta el término “radiactivo”, usando como ejemplo un titular de prensa.

Como se muestra en la *Tabla 4*, hay un número significativo de alumnos, 7 de 18, que interpretan, erróneamente, que son las moléculas de agua las que están emitiendo radiación. Hay que resaltar, no obstante, los 7 alumnos que eligen la opción válida – “*contiene sustancias radiactivas*” – y la alumna 15 que, además, hace una interpretación correcta del término.

Ítem. El “ <i>agua radiactiva</i> ” a la que se alude en la noticia es agua:	Número de alumnos
que contiene sustancias radiactivas.	7
que contiene radiación.	3
cuyas moléculas, como consecuencia de la radiación recibida, emiten radiación.	7
ninguna de las anteriores, en realidad significa que	1 ^(*)

(*) “*contiene sustancias radiactivas y por lo tanto emite radiación.*” (Alumna 15)

Tabla 4. Resultados globales de la cuestión 4

Cuestión 5

Esta cuestión, de elaboración propia, tiene por objetivo explorar cómo interpreta el alumnado el proceso radiactivo desde la perspectiva atómico-nuclear. Los resultados se recogen en la *Tabla 5*.

Mediante los apartados 5.1 y 5.3 se pretende averiguar si interpretan el proceso radiactivo como un proceso nuclear.

Ítem 5.1. Estos isótopos se dice que son radiactivos porque:	Número de alumnos
Los átomos de yodo-131 y cesio-137 son inestables.	4
Los núcleos de los átomos de yodo-131 y cesio-137 son inestables.	7
Los electrones de los átomos de yodo-131 y cesio-137 están en una situación inestable.	5
Ninguna de las anteriores, en realidad son radiactivos porque “ <i>emiten ciertas radiaciones que son perjudiciales.</i> ”	1
Ítem 5.2. ¿Cuál de los dos isótopos anteriores crees que es más inestable?	
El yodo-131 es más inestable.	8
El cesio-137 es más inestable.	8
Faltan datos. Necesitaría saber	2
Ítem 5.3. ¿Qué crees que le ocurre a los isótopos anteriores?	
Se transforman en otro elemento químico emitiendo radiaciones.	3
Emiten radiaciones, quedando el mismo elemento químico, pero con menor energía.	11
Emiten radiaciones y, como consecuencia, desaparecen.	4
Ninguna de las anteriores. En realidad considero que	0

Tabla 5. Resultados globales de la cuestión 5

Como se indica en la *Tabla 5*, ítem 5.1, solo 7 de ellos hacen referencia exclusivamente al núcleo, y en la cuestión 5.3 solo 3 alumnos señalan correctamente que hay una transformación de un elemento químico en otro. También se han observado problemas de

polisemia. Por ejemplo, el alumno 13, en el apartado 5.1, elige la segunda opción, los núcleos de los átomos de yodo-131 y cesio-137 son inestables, y lo justifica diciendo: “Porque la radiación afecta al núcleo de las *células*”.

En el apartado 5.2 (tabla 5), se observa que un número significativo de alumnos, 8 de un total de 18, eligen, incorrectamente, el cesio-137 interpretando que los isótopos con períodos de semidesintegración más elevados son más inestables.

Estos resultados nos advierten, una vez más, de las dificultades que el alumnado posee para interpretar el proceso radiactivo desde la perspectiva atómico-nuclear.

Cuestión 6

Mediante esta cuestión, de elaboración propia, se desea averiguar si el alumnado interpreta el proceso radiactivo como un proceso nuclear e independiente de factores como la temperatura o el estado de agregación de la sustancia radiactiva. Como se aprecia en la *Tabla 6*, la mayoría de los alumnos, 12 de 18, piensan, incorrectamente, que es posible modificar la actividad de una sustancia radiactiva mediante la temperatura o el estado de agregación.

Ítem. Una manera de disminuir la radiactividad de las dos sustancias anteriores sería:	Número de alumnos
Disminuir su temperatura.	2
Disminuir su temperatura y pasarlas a fase líquida.	2
Disminuir su temperatura y pasarlas a fase sólida.	5
Aumentar su temperatura y pasarlas a fase gas.	3
No es posible aumentar o disminuir su radiactividad.	6

Tabla 6. Resultados globales de la cuestión 6

Cuestión 7

El apartado 7.1 es de elaboración propia y con él se pretende averiguar qué medidas de protección consideraría el alumnado ante un accidente que incluyese liberación de radiación ionizante.

Las respuestas dadas se agruparon en 6 categorías, las cuales se muestran en la *Tabla 7* junto con ejemplos de respuestas de los alumnos. Hay que resaltar la percepción que tienen sobre la posibilidad de que personas expuestas a radiación contaminen a otras, idea ya presente en las respuestas a la cuestión 2. Además, las medidas señaladas son, en general, medidas contra la contaminación por sustancias radiactivas más que medidas contra la radiación. No hacen mención al hecho de que diferentes tipos de radiación requieren diferentes protecciones. Por ejemplo, las escafandras a las que hacen referencia servirían de protección contra la radiación α y β pero no contra la radiación γ .

El apartado 7.2 es una adaptación de una cuestión elaborada por Keren y Eijkelhof (1989). A ella no se puede responder de forma precisa. Tal vez la respuesta más acertada sería la cuarta opción: por encima de 1000 mSv. Por tanto, el objetivo de esta cuestión no es explorar el aspecto cognitivo, sino indagar sobre la percepción del riesgo en relación a una medida de seguridad establecida.

Los resultados señalan que gran parte del alumnado elige la primera opción. Es decir, considera que justo por encima del nivel de seguridad marcado (1 mSv) ya puede

producirse un episodio tan grave como la muerte. Tal vez este resultado esté relacionado con su alta percepción del riesgo.

Categoría	Número alumnos
1. Medidas de protección contra la contaminación	8
<i>“Poner un traje aislante para no estar en contacto con el aire.”</i> (Alumna 2) <i>“Ponerse el traje anti-radiación.”</i> (Alumna 3) <i>“Ponerme una mascarilla para evitar respirar el aire por si está contaminado.”</i> (Alumna 7)	
2. Medidas de protección por alejamiento	8
<i>“Alertaría a la población y desalojaría la zona.”</i> (Alumno 6) <i>“[...] escaparía lo más lejos posible.”</i> (Alumna 17)	
3. Medidas de protección por disminución del tiempo de exposición	1
<i>“[...] procuraría no estar demasiado tiempo expuesta a la radiación.”</i> (Alumna 11)	
4. Medidas contra el “contagio” por radiación	4
<i>“La primera sería aislarme del resto de personas, para no contagiarlas.”</i> (Alumno 4) <i>“No exponerme a más radiación e intentar no emitirla en lugares públicos donde pueda pasarla a mucha gente.”</i> (Alumna 14)	
5. El yodo como repelente o antídoto de la radiación	2
<i>“Tomaría sustancias ricas en yodo, dado que (según tengo entendido) ayuda al organismo a repeler la radiación.”</i> (Alumno 8) <i>“Difundir la venta de yodo para frenar la influencia de la radiactividad”</i> (Alumno 18)	
6. Pedir ayuda médica	3
<i>“Ir al médico para saber qué pasa si estoy expuesto a esas radiaciones.”</i> (Alumno 12) <i>“Ir al hospital para que me atiendan [...]”</i> (Alumno 13)	

Tabla 7. Ejemplos de respuestas a la cuestión 7

CONCLUSIONES

De la discusión de resultados se derivan algunas conclusiones que consideramos relevantes:

Se tiende a relacionar las *fuentes radiactivas* con diferentes dispositivos tecnológicos, lo que podría explicar la escasa conciencia de la continua exposición a la radiación ionizante de origen natural.

Se confunden los conceptos de *radiación* y *sustancia radiactiva*, lo que induce a considerar la radiación como un contaminante contenido en la sustancia que la absorbe y que podría ser liberada posteriormente.

Se considera que la *expansión de la radiación* es debida al transporte de la misma por diversos agentes como el aire o la lluvia, sin tener en cuenta que son las sustancias radiactivas, no la radiación, las que pueden alcanzar grandes distancias disueltas o dispersas en dichos agentes.

Se atribuyen al término *radiactivo* diferentes significados: un medio será radiactivo si contiene sustancias radiactivas, radiación o si sus moléculas emiten radiación, lo que, incorrectamente, implicaría, en estos dos últimos casos, una concepción de radiactividad inducida por la radiación.

Se pone de manifiesto una deficiente interpretación del proceso radiactivo desde la perspectiva atómico-nuclear. Por ejemplo, se incluyen los electrones de valencia para justificar la inestabilidad del núcleo atómico, se señala que no existe transformación de un elemento químico en otro durante el proceso de decaimiento radiactivo y se considera

que factores como la temperatura o el estado de agregación pueden afectar a dicho proceso.

Existe la predisposición a considerar la radiación emitida por una sustancia radiactiva como *radiación peligrosa*, independientemente de la dosis recibida. Asimismo, no hay conciencia de que los diferentes tipos de radiación (α , β y γ) requerirán diferentes protecciones.

Dado que la radiactividad es un fenómeno que no es percibido por nuestros sentidos, cabe esperar que dichas concepciones procedan de los ámbitos educativo y social (Pozo, 1996), tal como se ha señalado en dos trabajos anteriores (Corbelle y Domínguez, 2015; Domínguez y Corbelle, 2016). Los resultados analizados en los mismos, parecen indicar que no estamos ante un problema específico de un país o de unos alumnos concretos, sino ante uno de carácter más general, en un campo que ha recibido menos atención que otros por la investigación y la innovación educativas.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto EDU2012-38022-C02-01, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aubrecht, G. J. y Torick, D. A. (2000). Radioactivity: A Study of Student Ideas and Development of a Curriculum Based on the Findings. En M. A. Moreira, Ed., *Proceedings of the Seventh InterAmerican Conference in Physics Education*. Porto Alegre, Brasil: IAC.
- Boyes, E. y Stanisstreet, M. (1994). Children's Ideas about Radioactivity and Radiation: sources, mode of travel, uses and dangers. *Research in Science y Technological Education*, 12(2), pp. 145-160.
- Corbelle Cao, J. y Domínguez Castiñeiras, J.M. (2015). [Estado de la cuestión sobre el aprendizaje y la enseñanza de la radiactividad en la educación secundaria](#). *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*. 33 (3), 137-158.
- Domínguez Castiñeiras, J.M. y Corbelle Cao, J. (2016). Tratamiento que se da al tema de radiactividad en una muestra de libros de texto de 3º de ESO. Comunicación aceptada al 27 Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Badajoz.
- Keren, G. y Eijkelhof, H. (1989). Prior knowledge and risk communication: The case of nuclear radiation and X-rays. En *Proceedings of the International Conference on Energy Alternatives/Risk Education* (vol. I), pp. 170-175. 7-13 septiembre en Lake Balaton (Hungary). Edited by George Marx, Eötvös University, Budapest.
- Pozo, J. I. (1996). La psicología cognitiva y la educación científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(2), pp. 110-131.
- Prather, E. E. y Harrington, R. R. (2001). Student Understanding of Ionizing Radiation and Radioactivity. *Journal of College Science Teaching*, 31(2), 89-93.

Explicar fenómenos científicamente. Un estudio longitudinal en la universidad

Falicoff, C. B.,¹ Domínguez, J. M.,² Odetti, H. S.¹

¹Departamento de Química. Cátedra de Química Inorgánica. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. UNL. Ciudad Universitaria Paraje El Pozo. CC 242. (3000) Santa Fe. Argentina. ²Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais. Facultade de Ciencias da Educación. USC. Avda. Xoan XXIII, s/n. 15782. Santiago de Compostela. España.

josemanuel.dominguez@usc.es

RESUMEN

En este trabajo se presentan resultados de la evaluación de la competencia científica: *explicar fenómenos científicamente*. Se indagó en qué medida una muestra de alumnos (n = 24) de las carreras de Bioquímica y Biotecnología de la Universidad Nacional del Litoral (Argentina) adquieren y/o desarrollan dicha competencia durante los tres primeros años del nivel universitario (Ciclo Básico).

Para obtener la información, se diseñaron cuatro cuestionarios tomando como base las pruebas que propone el informe PISA 2006. El primero de ellos, para determinar la habilidad para *Explicar fenómenos científicamente* de los ingresantes y, los otros tres, para explorar la influencia que la enseñanza y el aprendizaje en las asignaturas de Química pudieran haber tenido sobre la adquisición de dicha competencia. Se elaboraron instrumentos de análisis que han permitido transformar y categorizar la información obtenida.

Palabras clave

Competencias científica, Explicar fenómenos científicamente, Enseñanza universitaria, Química.

INTRODUCCIÓN

Tanto en las carreras de Química, como en las de Ciencias Experimentales, en general, adquiere cada vez mayor importancia que las universidades preparen a los estudiantes en la *competencia científica*. Prueba de ello es el volumen creciente de investigaciones relacionadas con la identificación y evaluación de las competencias, ya que las mismas se convierten en un indicador de la calidad de la enseñanza impartida (Brown y Glasner, 2003; Cano García, 2008; Vivas & Hevia, 2009; Prades & Espinar, 2010).

El empleo del término *competencia científica* pone de relieve la importancia que concede la evaluación PISA (Programme for International Student Assessment) a la capacidad de aplicar el conocimiento científico al contexto de las situaciones vitales, a la vez que se contraponen a la mera reproducción del conocimiento científico que caracteriza la enseñanza escolar. Supone la puesta en práctica de la misma en contextos y situaciones nuevas e integra conceptos, destrezas y actitudes (Jiménez-Aleixandre, 2010, 2011; Pro, 2012).

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2006), la *competencia científica* hace referencia a:

”Los conocimientos científicos de un individuo y al uso de ese conocimiento para identificar problemas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre cuestiones relacionadas con la ciencia. Asimismo, comporta la comprensión de los rasgos característicos de la ciencia, entendida como un método del conocimiento y la investigación humanas, la percepción del modo en que la ciencia y la tecnología conforman nuestro entorno material, intelectual y cultural, y la disposición a implicarse en asuntos relacionados con la ciencia y con las ideas de la ciencia como un ciudadano reflexivo.” (p. 13)

Las definiciones de *competencia científica* propuestas en los proyectos de evaluación PISA 2009 (OECD, 2009) y PISA 2012 (OECD, 2013) son similares.

Las capacidades implicadas en la definición anterior son: Identificar cuestiones científicas, Explicar fenómenos científicamente y Utilizar pruebas científicas.

Si bien en PISA estas capacidades o competencias son examinadas en estudiantes de escuelas secundarias, se sostiene su importancia también en los estudios universitarios (Falicoff, Domínguez Castiñeiras y Odetti, 2014a; Falicoff, Domínguez Castiñeiras y Odetti, 2014b). Coincidimos con Addy y Blanchard (2010), en la necesidad de alentar en la Universidad una mayor colaboración entre los departamentos de ciencias y los profesionales capacitados en la educación científica.

De las tres dimensiones mencionadas, el presente trabajo se centra en indagar el desarrollo de la competencia *Explicar fenómenos científicamente (EFC)* del alumnado como variable dependiente de la instrucción recibida en las asignaturas de Química y del tiempo transcurrido en el Ciclo Básico común de dos carreras universitarias: Bioquímica y Biotecnología. Elegimos dicha competencia pues es, probablemente, la más trabajada en las aulas ya que supone: aplicar el conocimiento de la ciencia a una situación determinada, describir o interpretar fenómenos científicamente y predecir cambios e identificar las descripciones, explicaciones y predicciones apropiadas.

Objetivo

El objetivo de la presente investigación es evaluar, mediante un estudio longitudinal, en qué medida una muestra de alumnado ($n = 24$) de las carreras de Bioquímica y Biotecnología de la Universidad Nacional del Litoral (Argentina) adquieren y/o desarrollan la competencia científica *Explicar fenómenos científicamente* durante los tres primeros años del nivel universitario (Ciclo Básico).

MÉTODO

El presente trabajo forma parte de uno más amplio que indaga las tres dimensiones de la *competencia científica*. El mismo es de orientación descriptiva, de desarrollo longitudinal (White & Arzi, 2005) y se enmarca dentro del tipo *ex-post-facto* o no experimental (Cohen y Manion, 2002; Bizquerra Alzina, 2004). Incluye elementos fundamentalmente de la metodología cuantitativa y algunos aspectos de la cualitativa.

Sujetos y características de la muestra

El estudio longitudinal exigió seleccionar una muestra y analizar su evolución siguiendo a los individuos a lo largo del tiempo. La ventaja de usar este método fue sostener el grupo equivalente de la misma cohorte y como desventaja la dificultad para mantener los sujetos de la muestra durante el plazo temporal.

Los participantes lo hicieron de forma voluntaria. Sin embargo, existió un requisito para seguir constituyendo parte de la muestra: se contempló que cada sujeto se hubiese

ajustado a los planes de estudio, las correlatividades y que no se retrasase en las carreras, en lo referente a las asignaturas de Química. Para ver los planes de estudio y correlatividades se puede visitar la siguiente página web: <http://www.fcb.unl.edu.ar/pages/estudios/carreras-de-grado.php>

Consecuentemente, la investigación se llevó a cabo con una muestra formada por 24 estudiantes ingresantes de primer año, a principios de 2010, que habían aprobado el ingreso a la Universidad (Curso de Articulación de Química): 15 de Bioquímica y 9 de Biotecnología. Posteriormente, a fines del mismo año, fines de 2011 y de 2012 se prosiguió la investigación con la misma muestra. Durante esos años dichos estudiantes cursaron, además de otras, las siguientes asignaturas relacionadas con el conocimiento químico: Química General, Química Inorgánica (1º año); Química Analítica I, Química Orgánica I y II, Fisicoquímica (2º año); Química Analítica II, Química Biológica (3º año).

La individualización de los alumnos, mediante una letra y un número, permitió realizar el seguimiento durante los tres años del estudio longitudinal. La información se recogió por escrito y los estudiantes dispusieron de una hora para resolver los cuestionarios.

Instrumentos para obtener la información

Para el estudio más amplio se diseñaron cuatro cuestionarios *ad hoc*, para los tres períodos lectivos del Ciclo Básico (1º, 2º y 3º año), tomando como base las pruebas seleccionadas de PISA 2006. Algunas se adaptaron para el nivel universitario y se diseñaron otras de autoría propia. En ellas se puso énfasis en los conocimientos químicos. Los cuestionarios completos, con sus respectivos referenciales, se pueden descargar en la siguiente dirección: <http://hdl.handle.net/10347/10983>.

Cada pregunta o ítem de los cuestionarios implicó principalmente la aplicación de uno de los tres tipos de capacidades científicas: *Identificar cuestiones científicas*, *Explicar fenómenos científicamente* y *Utilizar pruebas científicas*.

Los ítems mediante los que se examinó la competencia *EFC* se presentaron en diferentes formatos y requirieron dos tipos de respuestas de construcción: abierta o cerrada. Cada uno de ellos exigió que el alumno tuviera el conocimiento químico necesario y lo aplicara para explicar el fenómeno químico propuesto en los mismos. Cada ítem se valoró con una puntuación máxima de 2 puntos y mínima de 0 puntos. Algunos de ellos, con una puntuación parcial de 1 punto.

En Química, *Explicar fenómenos científicamente* incluye la representación. Principalmente, se evaluaron tres niveles de descripción e interpretación de los conocimientos químicos, considerados deseables desde el punto de vista del conocimiento académico: macroscópico, microscópico y simbólico (Johnstone, 1982). Es decir, diferentes tipos de representaciones, icónicas y simbólicas, de la estructura atómica y molecular de las sustancias (Gilbert & Treagust, 2009).

Explicar los conceptos claves en diferentes contextos es vital para el aprendizaje de la Química. Uno de esos conceptos importante e integral es el comportamiento ácido-base de las sustancias. Los ácidos y bases son comunes e importantes en la vida diaria, por ejemplo, en los problemas ambientales, en la salud, en las actividades biológicas, en la investigación y en la industria, entre otros. La importancia de este tema ha sido acompañada por la identificación de las dificultades de aprendizaje y enseñanza de los conceptos pertinentes (Zoller, 1990; Nakhleh, 1994; De Vos & Pilot, 2001; Duis, 2011).

Por lo dicho anteriormente, para el diseño de los cuestionarios se hizo énfasis en las representaciones y se utilizó el concepto de ácido, a modo de hilo conductor.

Consecuentemente, los temas seleccionados fueron: lluvia ácida y caries. Estos temas fueron seleccionados debido a que las *áreas de aplicación (medio ambiente y salud)* (OCDE, 2006), están íntimamente relacionadas con las carreras de Bioquímica y Biotecnología, en las cuales se llevó a cabo este estudio.

A continuación, en la *Tabla 1*, se puede observar la distribución de los ítems mediante los que se indagó la competencia *EFC*, en los cuatro cuestionarios, según el tema.

Cuestionario	Tema	Ítems <i>EFC</i>	Número de ítems <i>EFC</i>	% de ítems <i>EFC</i>
Inicio 2010 (I10)	Lluvia ácida	1;2;7;8;9;10	10	59
	Caries	4;5;6;7		
Fin 2010 (F10)	Lluvia ácida	3;4;5;8	7	47
	Caries	4;6;7		
Fin 2011 (F11)	Lluvia ácida	3;4;5;8	6	43
	Caries	5;6		
Fin 2012 (F12)	Lluvia ácida	3;4	4	33
	Caries	5;6		

Tabla 1. Ítems de EFC por tema en cada cuestionario.

Para medir el grado de fiabilidad de los instrumentos, se ha optado por el coeficiente *Alfa de Cronbach*.

Instrumentos de análisis de la información

Se considera que las personas poseen diversos grados de *competencia científica* y no que posean o carezcan de la misma en términos absolutos. Por lo tanto, los resultados se han agrupado en tres niveles de rendimiento en ciencias, cuantificados según Biggs (2005): máximo (100-70 %), medio (70-50 %) y bajo (< 50 %).

Con los resultados del análisis de la información, las puntuaciones de la competencia *EFC* se convirtieron en porcentajes. Por ejemplo, en el cuestionario I10 existieron 10 ítems que evaluaron *EFC*, cada uno con una puntuación máxima de 2 puntos. Es decir, si en esa instancia todas las preguntas fueron respondidas correctamente, un total de 20 puntos, correspondió un 100%. Así, para los cuestionarios F10, F11 y F12, el 100% correspondería a 14, 12 y 8 puntos, respectivamente.

Para obtener el rendimiento en *EFC*, por cuestionario, se valoró cada respuesta del alumnado en 2, 1 ó 0 puntos. A continuación, se sumaron las puntuaciones obtenidas y, con ese valor, se calculó el correspondiente porcentaje según se explicó en el párrafo anterior. Luego, a partir de dicho porcentaje, se procedió a ubicar a cada alumno en la categoría de nivel de rendimiento citado: máximo, medio o bajo. A partir de la categorización individual en niveles se contabilizó la cantidad de alumnos que se situaba en cada nivel, y se calculó el respectivo porcentaje del total de la muestra (n=24).

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Validación de los cuestionarios. Fiabilidad.

Validez de contenido

Para el diseño de los cuestionarios se tomaron como modelo base los reactivos diseñados y el estudio validado de PISA. En este trabajo se utilizó el método interno racional o de contenido. La validez de contenido se midió a través de un sistema de jueces independientes que clasificaron y juzgaron la adecuación de las preguntas y las puntuaciones propuestas, en función de los fundamentos teóricos y del objetivo del cuestionario. Por otra parte, el propio equipo investigador actuó desde su rol de experto para analizar la relevancia y coherencia de los ítems.

Fiabilidad

El coeficiente *Alfa de Cronbach* es uno de los más utilizados para establecer la fiabilidad de cuestionarios o escalas. Dicho coeficiente depende, tanto del número de ítems del cuestionario, como de la correlación entre los mismos o sus covarianzas y se consideran valores aceptables a partir de +0.60. Para llevar a cabo este análisis, se empleó el paquete estadístico SPSS Statistics 17.0.

Los valores de los coeficientes *Alfa de Cronbach* obtenidos para los cuestionarios I10, F10, F11 y F12 son 0,631; 0,552; 0,583 y 0,577, respectivamente. Los mismos indican que los resultados de los 24 alumnos, respecto a los 10, 7, 6 y 4 ítems considerados para evaluar *EFC* presentados en la *Tabla 1*, se encuentran correlacionados de manera confiable y aceptable.

Resultados de *EFC*

Para el análisis longitudinal, se realizó el seguimiento de los resultados durante los tres años de investigación, mediante los cuatro cuestionarios. Se analizaron los alcances y variaciones de los niveles de *EFC* en I10, F10, F11 y F12.

En el *Gráfico 1* se representa el porcentaje de alumnos en función del tiempo para cada nivel de puntuación en *EFC*: máximo, medio y bajo.

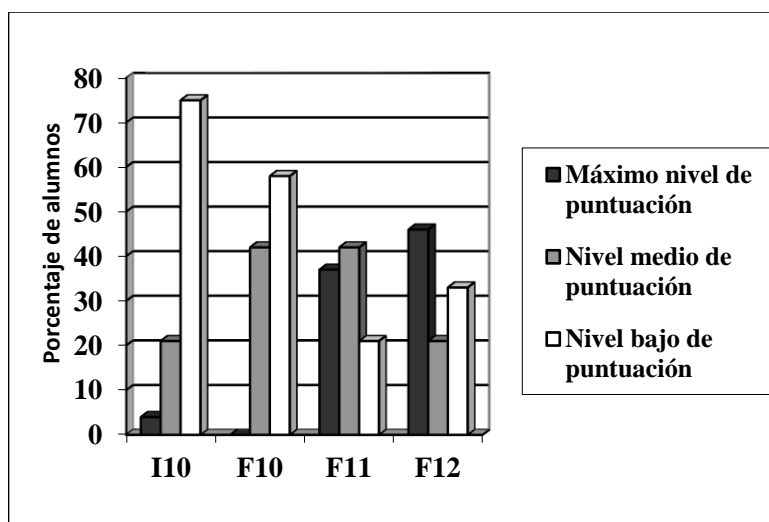


Gráfico 1: Porcentaje de alumnos en función del tiempo para cada nivel de puntuación en EFC.

Efectivamente, en el *Gráfico 1*, se puede observar que en I10 un alto porcentaje de los alumnos (75%) se encuentra en el bajo nivel de puntuación, esta proporción disminuye sucesivamente en F10 (58%) y F11 (21%) y aumenta ligeramente en F12 (33%).

Asimismo, se advierte que en I10 solo un pequeño porcentaje (4%) se encuentra en el máximo nivel, que luego desaparece al final del mismo año (0 % en F10), pasando estos alumnos principalmente al nivel medio (42%). En F11 el porcentaje en el nivel medio permanece constante (42%) y se percibe un incremento del máximo nivel (de 0 % a 37%). En F12 el 46% de los alumnos presenta el máximo nivel de puntuación.

En general, a lo largo del estudio, en los ítems en donde se solicitó la explicación de las representaciones macroscópica, microscópica y simbólica, se obtuvieron mejores resultados que en aquellas en las que el alumnado debía escribir y explicar las ecuaciones químicas que simbolizan las reacciones y/o dibujar las representaciones. De lo indicado, se infiere que los estudiantes tuvieron dificultades en realizar las representaciones, no así en la interpretación de las mismas.

Coincidimos con Cooper, Grove, Underwood & Klymkowsky (2010): las prácticas educativas actuales hacen que sea difícil mejorar las habilidades que permiten a una persona utilizar representaciones para comprender y explicar los fenómenos químicos. Sin embargo, cuando los estudiantes se vuelven más expertos son capaces de utilizar los temas conceptualmente pertinentes y, a través de las explicaciones, interpretar múltiples representaciones del conocimiento macroscópico, molecular y simbólico (Cook, Wiebe & Carter, 2008).

En cuanto a las explicaciones de la química ácido-base, la mayoría de los estudiantes aplicó una teoría similar a la de Arrhenius (sin aclarar el medio acuoso o no) donde todas las sustancias que ceden átomos de hidrógeno (ionizable o no) son ácidos. Por lo tanto, se asocia la existencia de hidrógeno en la fórmula de la sustancia con el comportamiento ácido. En las respuestas no se hallaron ciertas características relevantes de los modelos macroscópico (las propiedades de las sustancias tales como por ejemplo, el tipo, cómo se disuelven y la conductividad eléctrica), ni del microscópico (teorías de Brønsted-Lowry y Lewis; estabilidad de la base conjugada, la hibridación y la resonancia). En muy pocos casos los estudiantes utilizaron la polaridad del enlace para la explicación. Las respuestas halladas tienen similitud con las obtenidas por otros autores tanto con alumnos avanzados de la escuela secundaria (Furió-Más, Calatayud & Bárcenas, 2007) como con alumnos universitarios (Cartrette & Mayo, 2010).

CONCLUSIONES

Al comienzo de la investigación un alto porcentaje de los alumnos se encontraban en el nivel bajo de puntuación. De los análisis realizados, se detectaron progresos en *EFC* entre el inicio y la finalización del estudio.

Entre los resultados iniciales y finales hubo variaciones: avances y retrocesos en los porcentajes de alumnos en los distintos niveles de rendimiento. Sin embargo, los resultados en *EFC*, no son muy esperanzadores pues el porcentaje de alumnos que consiguió el máximo nivel no sería tan favorable (46%) considerando que estos valores se obtuvieron después de tres años de estudio en carreras universitarias. Esto indicaría que, aunque es un prerrequisito para una educación de calidad, la cantidad de años de estudio, en sí misma, no es suficiente para conseguir altos niveles de éxito ya que se perciben porcentajes nada despreciables de alumnos en el nivel medio (21%) y bajo (33 %).

Los resultados permiten inferir que el desarrollo en esta competencia requiere mayor integración y más aplicación, a lo largo de los diferentes cursos y en diferentes contextos, del comportamiento ácido-base de las sustancias y de los modelos de representación utilizados en la enseñanza y aprendizaje de la Química.

Para que estos aspectos mejoren efectivamente coincidimos con Flick, Morrell, Wainwright y Schepige (2009). Estos autores, en su estudio longitudinal de prácticas de enseñanza, señalan que los docentes, en sus prácticas, deben dejar claros y comunicar a los estudiantes cómo determinadas estrategias de instrucción intentan conscientemente desarrollar competencias a largo plazo y transferirlas a nuevas situaciones.

Esto requiere incorporar cambios a la práctica docente. En este contexto, son muchos los trabajos que vienen centrando su interés en las implicaciones de la formación didáctica de la disciplina en la Universidad. De Miguel (2006), Blanco (2009), Biggs & Tang (2011), reflexionan sobre las propias competencias y sobre cómo pueden ser desarrolladas en la educación superior.

AGRADECIMIENTO

Al proyecto EDU2012-38022-C02-01, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO). España.

BIBLIOGRAFÍA

- Addy, T. M. & Blanchard, M. R. (2010) The Problem with Reform from the Bottom up: Instructional practises and teacher beliefs of graduate teaching assistants following a reform-minded university teacher certificate programme. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1045-1071.
- Falicoff, C. B.; Domínguez-Castiñeiras, J. M. y Odetti, H. S. (2014a). Competencia científica de estudiantes que ingresan y egresan de la Universidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 133-154.
- Falicoff, C. B.; Domínguez-Castiñeiras, J. M. & Odetti, H. S. (2014b). Science competency of argentinian university students in the first year of Biochemistry and Biotechnology courses. *Problems of Education in the 21st Century*, 62(62), 29–39.
- Biggs, J. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Narcea.
- Biggs, J. & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University*. Fourth Edition. Glasgow: McGraw-Hill.
- Bisquerra Alzina, R. (Ed.). (2004). *Metodología de la investigación educativa*. 1º Ed. Madrid: La Muralla.
- Blanco, A. (2009). *Desarrollo y Evaluación de competencias en Educación Superior*. Madrid: Narcea.
- Brown, S. y Glasner, A. (Ed.) (2003). *Evaluar en la universidad. Problemas y nuevos enfoques*. Madrid: Narcea.
- Cano García, M. E. (2008). La evaluación por competencias en la educación superior. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 12(3), 1-16. Obtenido de: <http://www.ugr.es/local/recfpro/rev123COL1.pdf> [2012, Marzo 14].
- Cartrette, D. P. & Mayo, P. M. (2011). Students' understanding of acids/bases in organic chemistry contexts. *Chemistry Education Research and Practice*, 12, 29–39.
- Cohen, L. y Manion, L. (2002). *Métodos de investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- Cook, M.; Wiebe, E. N. & Carter, G. (2008). The Influence of Prior Knowledge on Viewing and Interpreting Graphics with Macroscopic and Molecular Representations. *Science Education*, 92, 848-867.

- Cooper, M. M.; Grove, N.; Underwood, S. M. & Klymkowsky, M. W. (2010). Lost in Lewis structures: an investigation of student difficulties in developing representational competence. *Journal of Chemical Education*, 87(8), 869-874.
- De Miguel, M. (coord.) (2006). *Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias*. Madrid: Alianza Editorial.
- De Vos, W. & Pilot, A. (2001). Acids and bases in layers: The stratal structure of an ancient topic. *Journal of Chemical Education*, 78(4), 494-499.
- Duis, J. M. (2011) Organic Chemistry Educators' Perspectives on Fundamental Concepts and Misconceptions: An Exploratory Study. *Journal of Chemical Education*, 88(3), 346-350.
- Flick, L. B.; Morrell, P. D.; Wainwright, C. & Schepige, A. (2009). A Cross Discipline Study of Reformed teaching by University Science and Mathematics Faculty. *School Science and Mathematics Journal*, 109(4), 197-211.
- Furió-Más, C.; Calatayud, M. L. & Bárcenas, S. L. (2007). Surveying students' conceptual and procedural knowledge of acid-base behavior of substances. *Journal of Chemical Education*, 84(10), 1717-1724.
- Gilbert, J. K. & Treagust, D. F. (Eds.) (2009). *Multiple Representations in Chemical Education*. Dordrecht: Springer. DOI: 10.1007/978-1-4020-8872-8_1.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave, Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Editorial GRÁO.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2011). Argumentar y usar pruebas en clase de ciencias. En J. A. M. P. (Ed.), *Cuaderno de indagación en el aula y competencia científica* (pp. 6-15). Madrid: Ediciones del Instituto de Formación del Profesorado, Investigación e Innovación Educativa.
- Johnstone, A. H. (1982). Macro and microchemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.
- Nakhleh, M. B. & Krajcik, J. S. (1994). Influence of levels of information as presented by different technologies on students' understanding of acid, base, and pH concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1077-1096.
- OCDE (2006). *PISA 2006: Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. [WebPage]: URL: <http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/browseit/9806034E.PDF> [2009, Febrero 20].
- OECD (2009). *PISA 2009 Assessment Framework – Key Competencies in Reading, Mathematics and Science*.
- Obtenido de: <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/44455820.pdf> [2010, Diciembre 10].
- OECD (2013), *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. OECD Publishing. Obtenido de: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en> [2013, Diciembre 05].
- Prades, A. & Espinar, S. R. (2010). Laboratory Assessment in Chemistry: An Analysis of the Adequacy of the Assessment Process. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 35(4), 449-461.

- Pro, A. (2012). Hacia la competencia científica. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 70, 5-8.
- Vivas, A. J. & Hevia, D. M. A. (2009). Professionalization in Universities and European Convergence. *Higher Education in Europe*, 34(3-4), 399-409.
- White, R. T. & Arzi, H. J. (2005). Longitudinal studies: designs, validity, practicality, and value. *Research in Science Education*, 35(1), 137-149.
- Zoller, U. (1990). Learning Difficulties and Students' Misconceptions in freshman Chemistry (General and Organic). *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 1053-1065.

La función de relación en los estudiantes de Primaria

Fuentes, M. J., García, S., López, I.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidade da Coruña.

m.j.fuentes@udc.es

RESUMEN

La función de relación constituye una de las funciones básicas del ser vivo pues nos permite relacionarnos en un medio que es dinámico y por tanto interaccionar con él y modificarlo. En este estudio se pretende conocer si 50 estudiantes de tercer curso de primaria reconocen la función de relación, es decir, si son capaces de reconocer la relación estímulo-sentido (receptor)-cerebro. Los resultados obtenidos nos indican que la mayoría de los estudiantes asocian adecuadamente los estímulos con sus receptores. Sin embargo, presentan dificultades para establecer la conexión entre los elementos implicados (estímulo-receptor-cerebro) en la función de relación desde una perspectiva más global. Todo ello nos conduce a recomendar que la enseñanza de esta función se realice desde un punto de vista integrado y funcional, relacionando el sistema nervioso con los sentidos, evitando así su atomización.

Palabras clave: relación, primaria, sentidos, sistema nervioso, ser vivo.

INTRODUCCIÓN

La función de relación constituye una de las funciones básicas para los seres vivos y su enseñanza en Primaria es relevante en el estudio del cuerpo humano. En este sentido se considera fundamental que los niños y niñas conozcan cómo se relacionan con el medio que les rodea, tanto para evitar los posibles peligros como para conocer lo que necesitan para vivir. De hecho el tratamiento educativo de los sentidos siempre ha sido relevante en el marco de la identidad y autonomía personal ya que a través de ellos los niños y niñas descubrirán mejor también su cuerpo (García y Ruíz, 1997).

El estudio de la función de relación se percibe como un tema poco seductor para el profesorado y para el alumnado, pues lo conciben como un tema complicado (Serrano, 1993). Además, hasta el momento son poco abundantes las investigaciones educativas sobre el mismo (Cañal, 2011). En cualquier caso, algunos trabajos ya reflexionaron sobre las ideas de los escolares sobre los sentidos. Ya Piaget encontró que los niños pequeños no establecían una conexión clara entre el ojo y el objeto o como en los primeros cursos de primaria pensaban en que la visión va desde el ojo al objeto (citado en Driver et al, 1999). Así mismo se han detectado otros problemas como que los estudiantes, incluso algunos de edad más avanzada (10-14 años), atribuyen al cerebro únicamente acciones mentales (Johnson y Wellman, 1982; Cañal, 2011).

Desde el marco de la ciencia escolar la función de relación debe vincularse al modelo de ser vivo, concebido como un sistema que intercambia materia, energía e información con el medio y donde las diferentes funciones se conciben como una serie de procesos interconexos (Sardá y Marquéz, 2008). Desde esta perspectiva su tratamiento debe contemplar una visión unitaria/integral de la función de relación, es decir, los órganos sensoriales captan los cambios en el medio (estímulo) cuya información se conduce por

el sistema nervioso, donde se procesa y se elabora una respuesta (Jessop, 1975; Garrido, Perales y Galdón, 2008 y Cañal, 2011). Todo ello permitirá al alumno concebir que se relaciona con el medio e interacciona con él, favoreciendo así la organización de sus ideas, superando la memorización de una serie de elementos aislados (Gómez, 2007).

Basándonos en lo indicado en este trabajo se pretende conocer si los alumnos de 3º curso de primaria, un tiempo después de haber tratado el tema de la función de relación, son capaces de relacionar los estímulos sensoriales con sus correspondientes receptores y éstos con el cerebro.

METODOLOGÍA

Esta investigación se realiza con 50 alumnos y alumnas de tercero de Educación Primaria (8-9 años) repartidos en tres clases diferentes que habían estudiado cinco meses antes el tema de los sentidos y el cerebro.

Para dar respuesta al objetivo planteado se elaboran 10 cuestiones (ver anexo) basadas en el marco teórico presentado, empleando inicialmente situaciones próximas y sencillas para pasar a contextos más complejos y abstractos (Sanmartí, 2002). Así, dichas cuestiones se asocian a dos aspectos clave: identificación de estímulo-receptor y relación estímulo-receptor-cerebro, cuyo nivel de complejidad/abstracción es ascendente. Así mismo las preguntas correspondientes a cada aspecto guardan también un nivel de complejidad/abstracción ascendente.

Concretamente en el caso de la **identificación de estímulo-receptor (sentido)** se parte de su simple asociación (cuestión 1), omitiéndose a continuación uno de ellos, bien el sentido (cuestión 6) o bien el estímulo, proponiendo aquí que el alumno describa una situación en la que se emplean cada receptor (cuestión 9). Por último se incluyen dos cuestiones que suponen una matización, pues se pretende averiguar si el alumno identifica la luz como estímulo imprescindible para la visión (cuestión 3) y si identifica el sentido del tacto en la totalidad de la piel (cuestión 4).

En el segundo aspecto clave **relación estímulo-receptor-cerebro** se comienza por la relación receptor-cerebro iniciándose con una simple localización en el cuerpo (cuestión 2) para después preguntar por la relación del cerebro con las diferentes percepciones sensoriales (cuestión 5). En la siguiente cuestión ya se incluye el estímulo (sonido), en ella se solicita que se ordene, a través de ilustraciones, la secuencia estímulo-receptor-cerebro (cuestión 7) seguidamente empleando el mismo estímulo se pretende, que el estudiante identifique al cerebro como el procesador/integrador de la información (cuestión 8). Por último se propone, a modo de síntesis, una escena en la que se plantean cambios y se insta a los alumnos que, mediante dibujos o con un escrito, visualicen de qué manera son capaces de percibirlos, con ello se pretende integrar todos los elementos estudiados en la función de relación estímulo-receptor-cerebro (cuestión 10).

Durante la realización del cuestionario la profesora y la investigadora aclararon dudas o resolvieron problemas de interpretación de las diferentes cuestiones, especialmente en la última que es la más abierta.

RESULTADOS

Con relación a la **identificación del estímulo con su correspondiente receptor** (figura 1) todos los niños/as relacionan adecuadamente los distintos órganos con su estímulo correspondiente en la prueba basada en ilustraciones (cuestión 1).

Por otra parte la práctica totalidad de los estudiantes (92%) tiende a relacionar la percepción de una situación u objeto al menos con un sentido (cuestión 6), generalmente el más estereotipado (por ejemplo cactus-tacto), aunque 4 de ellos (8%) asocian más de un sentido a una imagen, especialmente en el caso de la flor. Por el contrario 4 niños omiten la respuesta en alguna de ellas, siendo el arco iris la más frecuente.

Los participantes muestran más problemas cuando deben detallar por escrito situaciones en las que usan sus sentidos (cuestión 9). Solo el 70 % fue capaz de hacerlo para todos los sentidos presentados, mientras que siete omitieron alguno de ellos, concretamente 5 niños no incluyeron ejemplos relativos a la vista, y ocho no lo hicieron para ningún sentido.

Por otra parte, cabe indicar que los niños/as tuvieron dificultades tanto para localizar el sentido del tacto en todo el cuerpo (cuestión 4), circunscribiéndolo la mayoría a las manos (68%) o citando otras partes como los brazos o el tronco (8%), como para identificar la luz como estímulo imprescindible para la visión (cuestión 3). Así, aunque la mayoría (60%) reconocen que no podemos ver sin luz, la práctica totalidad (96%) considera que algunos animales si pueden hacerlo. Los ejemplares señalados en este sentido fueron variados, siendo el búho el más citado (20 estudiantes), seguido del gato, murciélago, lobo y perro considerados entre ocho y cinco sujetos.

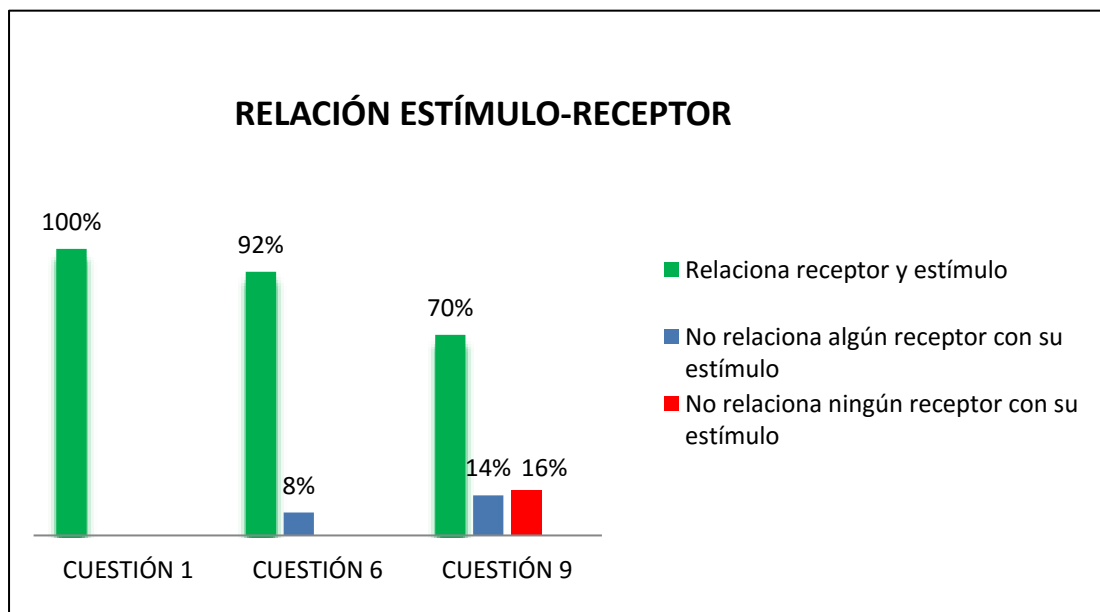


Figura 1: respuestas de los alumnos a las cuestiones relacionadas con la relación del estímulo y el receptor.

Con respecto a la relación **estímulo-receptor-cerebro** (figura 2) la mayoría de los alumnos (76%) localizan satisfactoriamente en una imagen los sentidos y el cerebro (cuestión 2), el resto no sitúan el cerebro (8 niños), no identifican alguno de los receptores (dos alumnos) en especial el tacto o el gusto, o muestran ambos problemas a la vez (dos niños).

A la hora de relacionar el receptor con el cerebro (cuestión 5) la gran mayoría de los estudiantes (76%) son capaces de identificar dicha relación. Cabe señalar que cuatro estudiantes (8%) solamente relacionan el cerebro con algunos de los sentidos, cinco (10%) cree que el cerebro no tiene que ver con los sentidos y tres muestran incoherencias o no responden.

Los niños y niñas mostraron más problemas a la hora de relacionar **estímulo/guitarra - receptor/oído-cerebro** (cuestión 7). Solamente 19 estudiantes (38%) lo realiza siguiendo este patrón, y más de la mitad (52%) establece relaciones inadecuadas. Concretamente la más frecuente es estímulo-cerebro-receptor (16 sujetos), mientras que las otras relaciones, cerebro- estímulo-receptor y receptor-estímulo-cerebro fueron señaladas por 6 y 5 alumnos respectivamente. Por lo tanto, estos resultados muestran que 40 estudiantes (80%) son capaces de relacionar el estímulo y/o el receptor con el cerebro.

Solo doce alumnos (24%) reconocen al cerebro como el procesador de la información (cuestión 8), el resto atribuye esta misión al receptor (el oído) o incluso al estímulo.

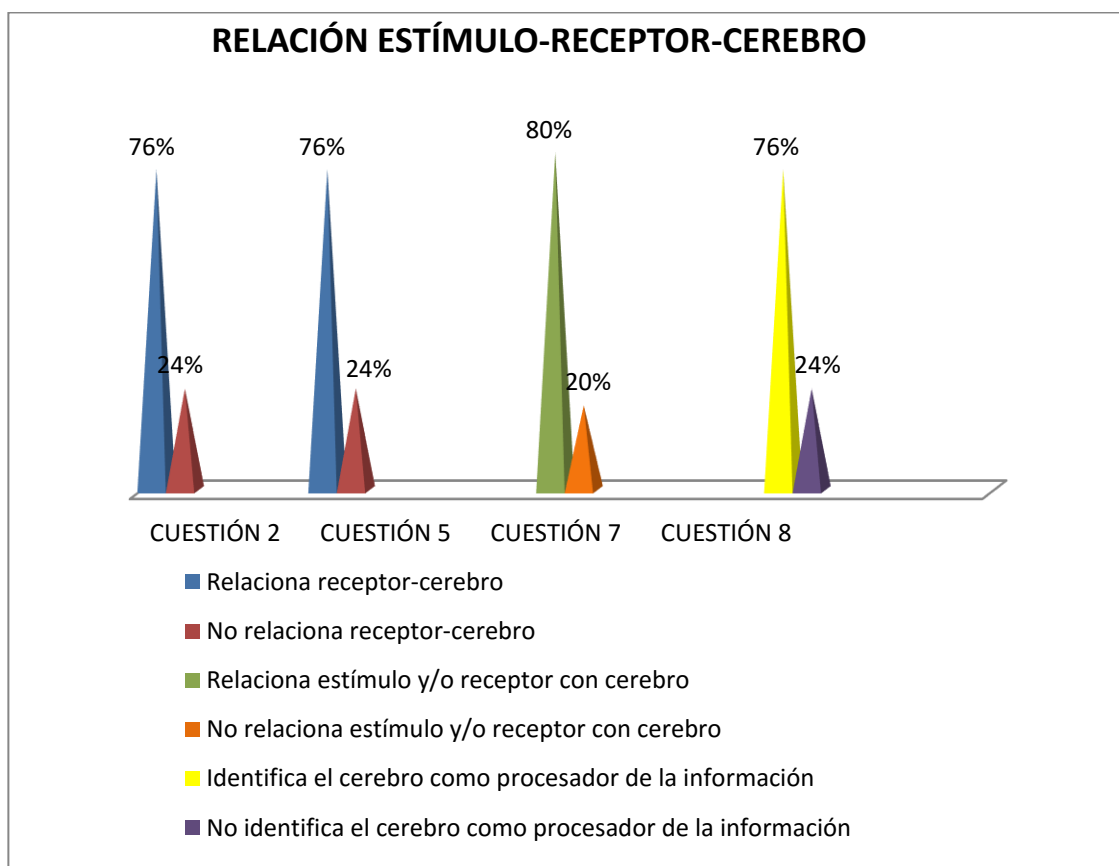


Figura 2: respuestas del alumnado a las cuestiones respecto a la relación estímulo receptor-cerebro

Por último en la cuestión más general (cuestión 10) se percibe que solo 15 estudiantes (30%) fueron capaces de identificar en una situación concreta tanto los estímulos y sus receptores, como al cerebro, órgano responsable del procesamiento de la información (ver ejemplos en figura 3). Otros alumnos atendieron solo a los sentidos implicados o al cerebro (16 y cinco estudiantes respectivamente) (ver ejemplos en figura 4), mientras que el resto (28%) no reconocen ninguno de ellos.

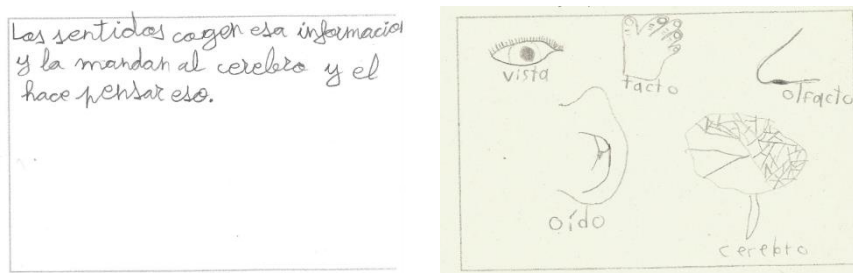


Figura 3: respuestas adecuadas de la cuestión 10

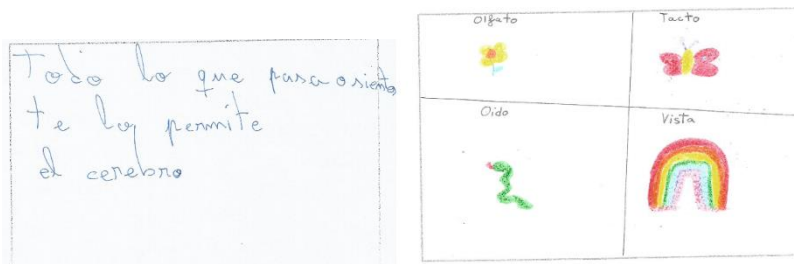


Figura 4: respuestas centradas en el cerebro o en los sentidos en la cuestión 10

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES

La mayoría del alumnado identifica el estímulo con su correspondiente receptor. Sin embargo presentan dificultades para percibir la luz como estímulo imprescindible para la visión y para identificar la totalidad de la piel como el receptor del sentido del tacto.

Con respecto al establecimiento de relaciones estímulo-receptor-cerebro la mayoría del alumnado es capaz, en una actividad dirigida, de conectar el estímulo o el receptor con el cerebro. Ahora bien son pocos los sujetos capaces de poner en juego de forma adecuada los tres elementos implicados en la función de relación tanto en una actividad dirigida como más abierta.

Por lo tanto, a modo de síntesis se puede afirmar que la mayoría de los alumnos y alumnas son capaces de identificar y relacionar aspectos más sencillos, concretos y observables como es la asociación de un determinado estímulo con su receptor. Esto quizás responda a que estas tareas encierran menor requerimiento cognitivo o a que resultan más habituales en el aula, por lo que los participantes posiblemente estuvieran más familiarizados con ellas. En cambio, los alumnos presentan más problemas con los aspectos más complejos y abstractos que demanda la función de relación deseable en la ciencia escolar (Jessop, 1975; Garrido, Perales y Galdón, 2008 y Cañal, 2011).

Todo ello nos indica que la enseñanza de la función de relación debe incidir inicialmente con mayor intensidad en cómo nos relacionamos con el medio que nos rodea y como somos capaces de percibir sus cambios. Esto nos conduce a establecer la oportuna interconexión del sistema nervioso con los sentidos evitando su atomización. Para ello, es recomendable promover con los niños de primaria el análisis de situaciones contextualizadas empleando recursos como cables/hilos que faciliten la visualización de las interconexiones, estímulo/receptor/cerebro. Cabe indicar que este reconocimiento de la capacidad de recibir información, identificando al cerebro como órgano integrador de la misma, debe constituir un primer paso para entender posteriormente su papel en la elaboración de respuestas, y más adelante captar la función reguladora más abstracta del sistema nervioso consistente en la regulación de las funciones de los otros órganos y

sistemas del organismo vivo. Todo ello va favoreciendo la integración de la función de relación en el modelo de ser vivo (Pujol, Bonil y Márquez, 2006) y la visión sistémica del mismo (Cañal, 2008).

BIBLIOGRAFÍA

- Cañal, P. (2008). *Investigando a los seres vivos*. Sevilla: Diada.
- Cañal, P. (2011). ¿Qué enseñar sobre el cerebro y la coordinación nerviosa? *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 68, 42-59.
- Driver, R. Squires, A. Rushworth, P. y Wood-Robinson V. (1999). *Dando sentido a la ciencia en secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Visor DIS.
- García A. P. y Ruíz I. (1997). Veo, oigo y toco... *Aula de innovación educativa*, 58, 85-96 y 59, 86-97.
- Garrido, J. M. Perales, F. J. y Galdón, M. (2008). *Ciencia para educadores*. Madrid: Pearson education.
- Gómez, A. (2007). ¿Cómo conocemos el mundo? Los órganos de los sentidos y el sistema nervioso. *Praxis*, 3, 1-21.
- Jessop N. M. (1975). *Biosfera: los seres vivos y su ambiente*. Barcelona: Omega.
- Johnson, C. Wellman, H. (1982). Children's developing conceptions of the mind and brain. *Child Development*, 53(1), 222-234.
- Pujol R.M., Bonil, J. y Marquéz C. (2006). Avanzar en la alfabetización científica: descripción y análisis de una experiencia en torno al estudio del cuerpo humano en educación primaria. *Investigación en la escuela*, 60, 37-52.
- Sardá, A. y Márquez, C. (2008). El uso de las maquetas en los procesos de enseñanza aprendizaje del sistema nervioso. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 58, 67-76.
- Serrano, T. (1993). El desarrollo conceptual del sistema nervioso en niños de 5 a 14 años. Modelos mentales. *Enseñanza de las ciencias*, 11 (3), 349-351.

ANEXO. Cuestionario

Las preguntas se presentan agrupadas en los dos aspectos claves definidos en la metodología aunque a los alumnos se les dispuso en relación al número asignado.

Aspecto clave I “identificación del estímulo con el receptor”(cuestiones 1, 6, 9, 3, 4)

1. Relaciona mediante flechas cada sentido con su órgano.



6.-Qué sentido o sentidos usamos si tuviéramos delante los objetos/personas de la foto



9.-Pon un ejemplo donde uses

- El sentido de la vista:
- El sentido del tacto:
- El sentido del olfato:
- El sentido del gusto:
- El sentido el oído.

3.- a) ¿Podemos ver si no hay luz?

Si / No

¿Hay algun animal que pueda ver sin luz?

Si / No

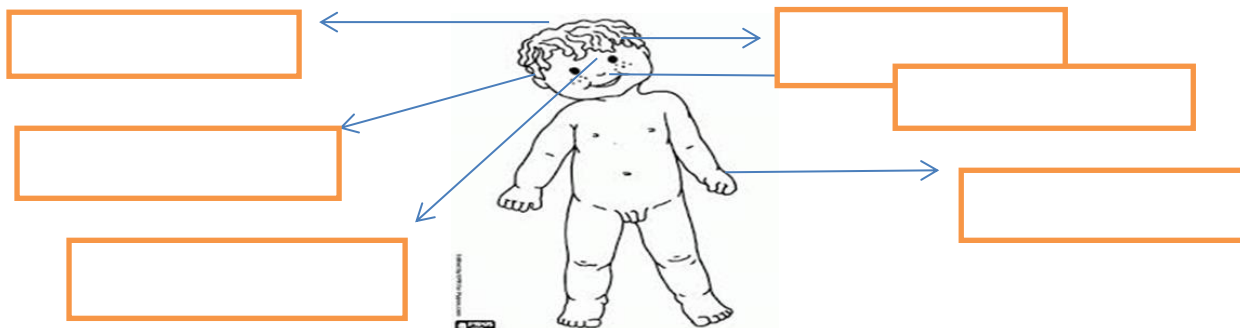
Pon un ejemplo: _____

4.- Colorea el lugar del cuerpo donde creas que se encuentra el sentido del tacto.



Aspecto clave II “relación estímulo-receptor- cerebro” (cuestiones 2, 5, 7, 8, 10)

2.-Sitúa el cerebro y los órganos de los sentidos en el dibujo de este niño.



5.-¿Crees que tiene que ver algo el cerebro (sistema nervioso) con poder oír, ver, oler, tocar o degustar? Si / No

¿Con qué? ¿Con ver, oír, tocar oler, degustar? ¿o con todas o con ninguna?

7.-Como oímos: Ordena estas imágenes (poniendo 1, 2 y 3) para explicar cómo oímos.







8.- ¿Cuál de las imágenes anteriores crees que es la que te permite disfrutar de la música? Señala una.

El cerebro



El oído



La guitarra



10.- Un día estamos paseando por el campo, hace calor y encontramos una flor amarilla que huele a gominola, se posa en tu mano una mariposa, también oyes el sonido de una serpiente y escapas de ella. **Describe como realizas estas actividades y que es lo que te permite hacerlas.** Puedes hacer un dibujo si crees que así te vas a expresar mejor.

Algunas ideas erróneas sobre las funciones de los nutrientes. Un caso de estudio con maestros

García, B.,¹ Mateos, A.,² Ruiz-Gallardo, J. R.³

Universidad de Castilla-La Mancha. Departamento de Pedagogía. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. ¹Facultad de Educación de Ciudad Real. ²Facultad de Educación de Toledo. ³Facultad de Educación de Albacete.

Beatriz.Garcia@uclm.es.

RESUMEN

La Educación nutricional debe ser considerada un elemento importante en la formación de maestros. El presente trabajo tiene como objetivo averiguar las ideas de un grupo de docentes sobre la relación entre nutrientes y distintos grupos de alimentos según su función (energética, plástica o reguladora). Para ello, se aplicó un cuestionario a una muestra de 31 maestros titulados que se encontraban recibiendo formación continua en un curso de Adaptación a Grado de maestro de Educación Primaria. Los resultados revelan que los docentes participantes cometen errores al relacionar los tipos de alimentos con los nutrientes que los conforman atendiendo a su función. Esto ocurre, sobre todo, en los alimentos que contienen fundamentalmente nutrientes con función energética y plástica. La identificación de estos errores debe permitir establecer unas bases para mejorar su formación nutricional.

PALABRAS CLAVE

Didáctica de las Ciencias Experimentales, Formación de maestros, Formación continua, Educación nutricional, Educación para la salud.

INTRODUCCIÓN

La alimentación constituye uno de los pilares básicos de la actividad humana. Sin embargo, el aumento progresivo en los países occidentales de los problemas de salud asociados directa o indirectamente con la alimentación (OMS, 2011), nos recuerda que alimentarse debe ser algo más que el mero hecho de escoger alimentos para comerlos. En este sentido, la alimentación, como primer paso obligado del proceso de nutrición, ha de hacerse de una forma adecuada respondiendo a los patrones de salud conocidos actualmente. Es por ello que los contenidos relacionados con la nutrición aparecen integrados, de una u otra manera, en los sistemas educativos y pretenden que el estudiante vaya adquiriendo prácticas saludables a través de la Educación nutricional (Mataix & Mateos, 2009).

Educación nutricional a la población (empezando por el ámbito escolar) implica trabajar con conocimientos, capacidades, actitudes y valores para mejorar la toma de decisiones a la hora de alimentarse. Tradicionalmente, el campo de los conocimientos en materia de nutrición ha sido uno de los más explorados entre los estudiantes de distintos niveles educativos. Se trata, en suma, de averiguar qué saben sobre los nutrientes, los alimentos, sus diferentes relaciones y los órganos y procesos fisiológicos involucrados entendiendo que ello puede ser un primer paso para detectar posibles errores y diseñar estrategias que mejoren su alimentación. El estudio de los conocimientos nutricionales de los estudiantes ha identificado ideas erróneas sobre los procesos de nutrición humana

(Banet, 2001; 2008) y sobre distintos aspectos en relación a los alimentos (Rodrigo, Ejeda, González Panero, & Mijancos, 2014) y las calorías (Fernandes, Carvalho de Oliveira, Mello, Rataichesk & Da Costa, 2015). Otros trabajos emplean estas ideas de los alumnos como punto de partida para diseñar propuestas de intervención que intenten combatirlos (Banet, Martínez Segura & De Pro, 2009; Núñez & Banet, 2009). La mayoría de estas investigaciones se han centrado en población estudiantil de Primaria y Secundaria, en estudiantes universitarios, en futuros maestros y en población general (Rodríguez-Rodríguez, Perea, Bermejo, Marín-Arias, López-Sobaler & Ortega, 2007). Sin embargo, son menos los trabajos que han analizado las ideas sobre la nutrición de los maestros titulados, pese a su carácter de verdaderos agentes de salud en el ámbito escolar. En este sentido, la adecuada formación del colectivo docente en materia nutricional es esencial para que se generen conductas saludables en el alumnado y para propiciar que se desarrollen en los escolares hábitos perdurables en relación a una correcta alimentación (Rodrigo & Ejeda, 2008).

La presente comunicación tiene como objetivo identificar las ideas en torno a los nutrientes y los alimentos de un grupo de maestros de Educación Primaria que optaban a mejorar su formación y su titulación.

METODOLOGÍA Y DESARROLLO

Para la realización de este trabajo la muestra participante fue seleccionada por muestreo no probabilístico intencional. Los 31 participantes (20 mujeres y 11 hombres) son maestros que se encontraban matriculados en el Curso de Adaptación al Grado de Maestro en Educación Primaria en la Facultad de Educación de Ciudad Real (Universidad de Castilla-La Mancha) durante el curso académico 2014-2015. Dicho curso de formación continua proporciona el título de Grado de Maestro en Educación Primaria a maestros ya diplomados.

El estudio realizado se enmarca dentro del paradigma cualitativo con aproximación de datos cuantitativa. El instrumento utilizado para la recogida de datos ha sido un cuestionario compuesto por tres preguntas cerradas (Tabla 1) que forman parte del cuestionario sobre alimentación y nutrición elaborado y validado por Ejeda (2006). En las tres cuestiones se clasifica a los alimentos según su función predominante (energéticos, plásticos y reguladores), circunstancia habitual en aquellas clasificaciones sencillas que buscan una intencionalidad didáctica (Rodrigo et al., 2014). En este caso concreto se pretende detectar, partiendo de los alimentos, si asocian correctamente los nutrientes con su función principal ya que esto puede entenderse como uno de los elementos básicos sobre los que construye el conocimiento nutricional.

CUESTIONARIO

A continuación te presentamos una serie de preguntas cuyas contestaciones corresponden a sustancias para la vida y que están presentes en los alimentos.

1. Los alimentos energéticos constan sobre todo de (señala DOS como máximo).

- Proteínas
- Minerales
- Carbohidratos
- Lípidos
- Vitaminas

2. Los alimentos plásticos constan sobre todo de (señala DOS como máximo).

- Proteínas
- Minerales
- Carbohidratos
- Lípidos
- Vitaminas

3. Los alimentos reguladores constan sobre todo de (señala DOS como máximo).

- Proteínas
- Minerales
- Carbohidratos
- Lípidos
- Vitaminas

Tabla 1. Cuestionario aplicado. Fuente: Rodrigo y Ejeda (2008).

Para evaluar las respuestas de los encuestados se ha empleado la rúbrica de valoración generada por Rodrigo y Ejeda (2008) (Tabla 2). La puntuación otorgada a cada pregunta ha sido 3 cuando la respuesta es totalmente correcta (se marcan los dos nutrientes que conforman la respuesta correcta), 2 cuando solo se señala un nutriente pero este es el correcto, 1 cuando se marca un nutriente correcto y otro incorrecto, y 0 cuando la respuesta es completamente errónea o no se contesta.

Pregunta del cuestionario (tabla 1)	Concepto asociado a la pregunta	Posibles respuestas	Valor
1	Conocimientos sobre nutrientes con función energética.	Carbohidratos y lípidos*	3
		Carbohidratos o lípidos	2
		Carbohidratos y otros	1
		Lípidos y otros	1
		Resto de respuestas	0
		No contesta	0
2	Conocimientos sobre nutrientes con función plástica.	Proteínas y minerales*	3
		Proteínas o minerales	2
		Proteínas y otros	1
		Minerales y otros	1
		Resto de respuestas	0
		No contesta	0
3	Conocimientos sobre nutrientes con función reguladora.	Vitaminas y minerales*	3
		Vitaminas o minerales	2
		Vitaminas y otros	1
		Minerales y otros	1
		Resto de respuestas	0
		No contesta	0

Tabla 2. Criterios para evaluar las respuestas a las preguntas que conforman el cuestionario.
Fuente: Rodrigo y Ejeda (2008). *Respuesta correcta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las puntuaciones obtenidas en las respuestas (Tabla 3) evidencian un importante desconocimiento sobre qué nutrientes componen los distintos grupos de alimentos cuando éstos últimos se clasifican por su función principal. Este desconocimiento es mayor en relación a alimentos que contienen fundamentalmente nutrientes con función plástica y energética como reflejan las bajas puntuaciones obtenidas en las preguntas 2 y 1, respectivamente. En el caso de los alimentos compuestos principalmente por nutrientes con función plástica, tan solo un 6,4% de los participantes son capaces de identificar estos nutrientes correctamente.

Puntuación	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3
0	3	7	5
1	16	20	5
2	4	2	2
3	8	2	19
Promedio	1,55	0,97	2,12

Tabla 3. Resumen de puntuaciones correspondientes a las distintas preguntas.

Un análisis más detallado de las respuestas (Tabla 4) muestra que es frecuente que los maestros diplomados no asocien los lípidos a los alimentos energéticos. Sin embargo, sí relacionan los carbohidratos con esta función, ya sean solos, bien junto a los lípidos o junto a proteínas, vitaminas y/o minerales. Asimismo, es relevante que gran parte de los maestros participantes (55,0%) identifiquen las proteínas como fuente de energía, fundamentalmente junto a los carbohidratos, sin asociarlas con la función plástica.

En el caso de los alimentos plásticos, el número de maestros que citan los minerales como nutriente es escaso (19,3%). Sin embargo, más de la mitad de los encuestados (58,0%) reconoce las proteínas como parte fundamental de este tipo de alimentos, aunque suele asociarlos más a nutrientes como las vitaminas, los carbohidratos o los lípidos. En este sentido, casi la mitad de la muestra (48,3%) señala a los lípidos como principales constituyentes de los alimentos plásticos. En el caso de los alimentos reguladores, los maestros participantes han cometido un número menor de errores, asociándolos sólo un 16,1% de los casos a nutrientes que no son las vitaminas o los minerales.

Clasificar los alimentos atendiendo a la función de su principal nutriente es un criterio didáctico que nos permite averiguar que los maestros diplomados de nuestro estudio poseen un conocimiento poco sólido de las funciones de los nutrientes, siendo éste uno de los pilares fundamentales sobre los que descansa una formación nutricional básica (Mataix y Carazo, 1995). El desconocimiento de la mayor carga energética que tienen los lípidos o los alimentos donde domina este nutriente no solo constituye un importante error en sí mismo sino que nos puede informar sobre dificultades de los docentes a la hora de interpretar qué alimentos son más aconsejables y cuáles seleccionar. La adquisición de conceptos claros sobre los nutrientes, la energía y los alimentos se ha vinculado sistemáticamente con mejores comportamientos alimentarios (Boutelle & Bouton, 2015; Fernandes et. al, 2015). Las carencias formativas que muestran los docentes encuestados, en este contenido nutricional, serían especialmente preocupantes si se extienden al alumnado. No conviene olvidar que hemos de trabajar por una cada vez mejor Educación nutricional del profesorado que combata los índices elevados de sobrepeso y obesidad del alumnado a través de recursos motivadores (Mateos, 2016).

Se detecta una importante confusión en los docentes de la muestra en cuanto a los alimentos y nutrientes de carácter plástico lo que puede deberse, como señalan Rodrigo y Ejeda (2008), a que el término plástico puede generar confusión por la apariencia “plástica” (en el sentido de propiedad de la materia) de los lípidos. Coincidimos con estos autores, con base en los resultados obtenidos, en la conveniencia de utilizar, en lugar de la palabra “plástico” los términos “constructores o estructurales” para evitar posibles errores asociados con la terminología, aunque se necesita ampliar la investigación para revelar si este cambio de denominación se traduce en una mejor identificación del tipo de alimento al que se refiere ese término y a la asociación de nutrientes que lo componen, o si por el contrario se detectan el mismo tipo de errores.

Cuestión	Respuesta	Puntuación	Nº de respuestas
1. Los alimentos energéticos, constan sobre todo de (señala DOS como máximo).	Carbohidratos y lípidos	3	8
	Carbohidratos o lípidos	2	4
	Carbohidratos y otros	1	16
	Lípidos y otros	1	0
	Resto de respuestas	0	3
	No contesta	0	0
2. Los alimentos plásticos, constan	Proteínas y minerales	3	2
	Proteínas o minerales	2	2
	Proteínas y otros	1	1
	Minerales y otros	1	19

sobre todo de (señala DOS como máximo).	Resto de respuestas	0	7
	No contesta	0	0
3. Los alimentos reguladores, constan sobre todo de (señala DOS como máximo).	Vitaminas y minerales	3	19
	Vitaminas o minerales	2	2
	Vitaminas y otros	1	3
	Minerales y otros	1	2
	Resto de respuestas	0	5
	No contesta	0	0

Tabla 4. Resumen del tipo de respuesta consignada.

Los resultados de nuestra investigación, en general, son consistentes con los recogidos en el trabajo de Rodrigo y Ejeda (2008) empleando como muestra maestros en formación inicial y no se distancian de otros trabajos posteriores realizados incluso con estudiantes de la rama bio-sanitaria (Rodrigo et al., 2014). Los resultados revelan un desconocimiento de los maestros diplomados que conforman la muestra participante en relación a la función principal de los lípidos, carbohidratos, proteínas y minerales, lo cual muestra que, tras finalizar los estudios universitarios, estos contenidos no fueron correctamente asimilados. Aunque estos resultados corresponden a un caso de estudio y deben ser aceptados con la prudencia necesaria, si parecen apuntar en la misma dirección que otros estudios de mayor muestra y subrayan, de acuerdo con Rodrigo et al., (2014), la necesidad de ahondar en la alfabetización nutricional de los futuros docentes.

CONCLUSIONES

Nuestra investigación con maestros diplomados adelanta carencias formativas en materia nutricional y, por tanto, muestra la importancia de seguir explorando los conocimientos sobre estas cuestiones. Esta tarea debe hacerse, por una parte, ampliando la muestra de estudio e incluyendo otros contextos docentes y, por otra, aumentando el número de cuestiones a investigar de modo que se detecten ideas relacionadas, por ejemplo, con las diferencias entre los conceptos de nutrición y de alimentación o con las funciones principales asociadas a diferentes alimentos presentes habitualmente en la dieta.

La investigación sobre las ideas que tienen los maestros acerca de la nutrición es especialmente relevante pues la identificación de las mismas permite llevar a cabo una reflexión sobre qué contenidos fundamentales (y cómo) deben ser abordados en formación inicial y, por otra parte, ayuda a diseñar programas de formación continua para docentes en Educación nutricional, evitando que los errores conceptuales de los maestros pueden ser transmitidos a sus alumnos.

BIBLIOGRAFÍA

- Banet, E. (2001). *Los procesos de nutrición humana*. Madrid: Síntesis.
- Banet, E. (2008). Obstáculos y alternativas para que los estudiantes de educación secundaria comprendan los procesos de nutrición humana. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 58 (34-55).
- Banet, E., Martínez Segura, M.J., & de Pro, A.J. (2009). Diseño, aplicación y evaluación del módulo "Estudio de la alimentación, salud y consumo. En De Pro, A.J. (Coord.). *Constructivismo y enseñanza de las ciencias: planificación, desarrollo y evaluación de propuestas para la educación secundaria* (pp.109-182). Murcia: Diego Marín Librero.

- Boutelle, K.N., & Bouton, M.E. (2015). "Implications of learning theory for developing programs to decrease overeating". *Appetite*, 93, 62-74. doi: 10.1016/j.appet.2015.05.013
- Ejeda, J. M. (2006) El conocimiento sobre Alimentación en la Formación Inicial de Maestros. Trabajo de investigación de final de Programa de Doctorado (inédito). Madrid, Facultad de Educación-UCM. Encontrado en: Rodrigo Vega, M., & Ejeda Manzanera, J. M. (2009). Concepciones erróneas sobre alimentación en futuros profesores. Construcción de conocimiento pedagógico. *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria*, 20 225-247.
- Fernandes, A.C., Carvalho de Oliveira, R., Mello, V., Rataichesck, G.M., & Da Costa, R. (2015). Perceptions of university students regarding calories, food healthiness and importance of calorie information in menu labelling. *Appetite*, 91, 173-178.
- Mataix, J., & Carazo, E. (1995). *Nutrición para educadores*. Madrid: Díaz de Santos.
- Mataix, J., & Mateos, A. (2009). Educación Nutricional. En Mataix, J. (Ed.). *Nutrición y Alimentación humana. II Situaciones fisiológicas y patológicas*. 2ª ed., Madrid: Ergón, 1926-1938.
- Mateos, A. (2016). Nutrición y salud en la formación de los y las docentes. La gastronomía como propuesta para una enseñanza científica motivadora, en Mateos, A. y Manzanera, A (Dir.). *Mejores maestros, mejores educadores. Innovación y propuesta en Educación* (317-342). Archidona, Málaga: Aljibe.
- Núñez, F. & Banet, E. (2009). Diseño, aplicación y evaluación del módulo "Estudio de la nutrición humana. En De Pro, A. J. (Coord.). *Constructivismo y enseñanza de las ciencias: planificación, desarrollo y evaluación de propuestas para la educación secundaria* (pp. 45-108). Murcia: Diego Marín Librero.
- Rodrigo, M., & Ejeda, J. M. (2008). Concepciones erróneas sobre alimentación en futuros profesores. Construcción de conocimiento pedagógico. *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria*, 20 (225-247).
- Rodrigo, M. Ejeda, J.M.; González Panero, M. P. & Mijancos, M. T. (2014). Concepciones sobre alimentación en estudiantes de Magisterio y Enfermería. Construcción del conocimiento pedagógico en cuestiones dietéticas. *Teoría de la Educación*, 26, (187-209).
- Rodríguez-Rodríguez, E. Perea, J.M., Bermejo, L.M., Marín-Arias, L., López-Sobaler, A. M. & Ortega, R.M. (2007). Hábitos alimentarios y su relación con los conocimientos, respecto al concepto de dieta equilibrada, de un colectivo de mujeres jóvenes con sobrepeso/obesidad. *Nutrición Hospitalaria*, 22 (6), 654-660.
- OMS (2011). *Informe sobre la situación mundial de las enfermedades no transmisibles. Resumen de orientación*. Ginebra: OMS.

El Efecto Sísifo: un fenómeno didáctico en resolución de problemas por transferencia en contextos científicos y contextos de la vida diaria

Gómez-Ferragud, C. B.,⁽¹⁾ Sanjosé, V.,⁽²⁾ Solaz-Portoles, J. J.⁽²⁾

¹Unidad de educación, Florida Universitaria. ²Departamento de las ciencias experimentales y sociales; Universidad de Valencia.

cargofer81@gmail.com

RESUMEN

Se realizó una investigación educativa con el objetivo de determinar las dificultades cognitivas que pueden aparecer durante las primeras etapas del proceso de transferencia analógica en resolución de problemas de estructura algebraica, con enunciados de ciencias. Se llevaron a cabo dos tareas, una primera prueba de clasificación de problemas, con el fin de determinar en qué características de los problemas se fijan los estudiantes para determinar si se resuelven del mismo modo y una segunda prueba de resolución por transferencia, a través de dos entrevistas semi-estructuradas, para profundizar en los procesos cognitivos llevados a cabo por los estudiantes durante el proceso de resolución. El presente trabajo muestra un fenómeno didáctico de interés a partir del análisis de las respuestas de un caso seleccionado de entre 12 estudiantes: el efecto Sísifo, descrito como el retorno a un estado inicial erróneo, ante un conflicto cognitivo que aparece durante el avance en la resolución.

Palabras clave

Resolución de problemas; Didáctica de las ciencias; Transferencia; Familiaridad con los enunciados.

INTRODUCCIÓN

Una de las estrategias más utilizadas para enseñar a resolver problemas en el aula está basada en el proceso de transferencia analógica. El profesor resuelve e instruye sobre un conjunto de problemas ejemplo y a continuación demanda la resolución de problemas diana con algún rasgo o característica diferenciadora. Chen y Klahr (2008) diferencian cuatro etapas en el proceso de transferencia: a) codificación del problema resuelto; b) acceso a un problema análogo fuente; c) establecimiento de analogías entre el problema propuesto y el análogo-fuente; d) Ejecución de estrategias para la resolución final del problema. El presente trabajo pone atención a las tres primeras etapas, aquellas directamente relacionadas con el establecimiento de analogías y la comprensión.

Cuando un estudiante se enfrenta a un problema, en primer lugar, debe comprender la situación descrita en el enunciado y comprender implica la construcción de representaciones mentales en distintos niveles de abstracción. El modelo de Kintsch y colaboradores (Kintsch, 1998; Kintsch y Greeno, 1985; Nathan, Kintsch y Young, 1992) define los siguientes niveles: Superficial o Léxico, Base del Texto (nivel semántico), Modelo de la Situación (MS, nivel referencial) y Modelo del Problema (MP, nivel

abstracto, matemático). Construir un modelo de problema adecuado requiere haber construido previamente un modelo de la situación coherente con la información que proporciona el enunciado del problema ya que una mala modelización del MS puede derivar en disociaciones entre el MS y el MP, incluso cuando se tiene el conocimiento matemático suficiente para la resolución del problema.

Las situaciones narradas en los enunciados de los problemas de ciencias son, en muchos casos, extrañas o poco conocidas para los estudiantes de educación secundaria. Este hecho podría implicar dificultades en la elaboración de un adecuado modelo de la situación, añadiendo un obstáculo adicional a la construcción del modelo del problema. Mayer y Wittrock (1996) señalaron que los problemas familiares eran fácilmente transferibles. Por su parte, Jonassen (2000) también apuntó hacia la familiaridad con las situaciones narradas en los enunciados como un potente predictor para el éxito en la resolución de un problema.

En esta comunicación se presenta el llamado ‘Sísifo’ (Gómez-Ferragud, Solaz-Portolés y Sanjosé, 2014): el sujeto regresa a un estado de confort cognitivo después de un conflicto, tras avanzar adecuadamente en el establecimiento de analogías estructurales. El fenómeno aparece en la condición de baja familiaridad, con problemas en contextos científicos, en cambio, cuando los enunciados de los problemas describen situaciones familiares, el sujeto consigue superar el estado de conflicto cognitivo.

MÉTODO

Participantes

Participaron en la investigación 21 estudiantes de 4º de la ESO de los que se seleccionaron 12 casos para la segunda tarea, todos ellos pertenecientes a un instituto público situado en una ciudad española de alrededor de 80.000 habitantes y en una zona socioeconómica de nivel medio. El presente trabajo muestra el caso de un estudiante seleccionado por su especial interés didáctico y por ser el más representativo de dicho efecto, encontrado en más casos, pero, con menor claridad.

Materiales empleados y diseño

La primera tarea consistió en categorizar una colección de 8 enunciados de problemas según el modo en que se resolvían (Chi, Feltovich and Glaser, 1981; Gómez, Solaz-portolés y Sanjosé, 2013). Los problemas se diseñaron en dos condiciones de familiaridad (16 problemas en total, 8 por cada condición de familiaridad) y siempre con el objetivo de evidenciar los factores de los problemas sobre los que los participantes prestaban atención al juzgar si un conjunto de problemas se resolvía del mismo modo, o no.

Para la segunda tarea se diseñó minuciosamente una colección de cinco problemas fuente o problemas ejemplo que se relacionaban con el problema resolver a través de algunos factores característicos. Tan solo dos de los cinco problemas ejemplo compartían la estructura, necesaria para la correcta ejecución, con el problema diana. La tabla 1 muestra las relaciones entre el problema diana y los distintos problemas fuente.

Consideramos tres factores característicos de los problemas: La temática narrada en el enunciado o superficie; la demanda o incógnita del problema entendida como ‘aquello por lo que pregunta el problema’ y, por último, la estructura, definida como las relaciones entre las cantidades más que por las cantidades en sí mismas (Novick, 1998). De los cinco problemas fuente utilizados, tres compartían solo uno de estos tres factores característicos (problemas lejanos) y los dos restantes tan solo diferían en uno de los factores (problemas cercanos). Al igual que en la primera tarea, todos los problemas se diseñaron en dos

condiciones de familiaridad. Se modificaron las superficies para obtener dos cuadernillos, uno con problemas con enunciados de la vida diaria (alta familiaridad) y otro con enunciados del ámbito científico.

PROBLEMAS/FACTORES	SUPERFICIE	ESTRUCTURA	INCÓGNITA
DIANA	Gases/Piscinas	Encontrar	Gramos/Litros
SIM 1	Gases/ Piscinas	Alcanzar	kCal/Kg
ISO 1	Electricidad/ Huchas	Encontrar	microCulombios/ Euros
REL 1	Disoluciones/ Globos	Mezclas	Gramos/Litros
REL 2	Gases/ Piscinas	Mezclas	Gramos/Litros
ISO 2	Disoluciones/Aire	Encontrar	Gramos/Litros

Tabla 1. Relaciones entre los factores característicos de los ‘problemas fuente’ y el ‘problema diana’.

Procedimiento

Todos los estudiantes superaron una prueba de prerrequisitos administrada dos semanas antes por el profesor habitual del grupo. La primera tarea propuesta al grupo completo de participantes se llevó a cabo en dos sesiones regulares de 50 minutos, una para cada condición de familiaridad y consistió en agrupar enunciados de 8 problemas (16 teniendo en cuenta las dos condiciones de familiaridad) en conjuntos, dentro de los cuales sus elementos se resolvieran con las mismas ecuaciones.

Durante la segunda tarea, se realizaron dos entrevistas semiestructuradas con el fin de obtener datos sólidos. Las entrevistas tuvieron una duración de 40 minutos y cada una se asoció con una condición de familiaridad. Las entrevistas se realizaron en cuatro fases: 1) Recordatorio de la tarea de agrupación; 2) Establecimiento de analogías entre los tres problemas ejemplo ‘lejanos’ y el problema diana; 3) Adición de los dos problemas ejemplo ‘cercaños’; 4) Establecimiento de analogías con todos los problemas resueltos y explicados paso a paso. Se pidió el permiso de estudiantes, profesores y padres, para la grabación en vídeo de la prueba y su posterior análisis.

ANÁLISIS DE LAS ENTREVISTAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

El caso que se muestra lo denominamos ‘*efecto Sísifo*’ debido al retorno del sujeto a su estado inicial, tras haber avanzado correctamente. Es decir, el sujeto retoma el uso de criterios superficiales inapropiados ante un conflicto cognitivo, tras haber elaborado analogías estructurales correctas para resolver el problema propuesto (‘diana’).

Antes de empezar la segunda tarea, se mostró al estudiante la clasificación realizada en la tarea de clasificación de problemas y se le preguntó si corroboraba el criterio establecido. El sujeto, en la primera tarea, agrupó los problemas utilizando un criterio mixto, cruzando características superficiales y estructurales. Al leer de nuevo la agrupación, cambió el criterio, estableciendo un criterio estructural puro (basado solo en la estructura de los problemas) antes de empezar la segunda tarea.

A continuación, se muestran fragmentos de las entrevistas llevadas a cabo durante la realización de la segunda tarea, en las dos condiciones de familiaridad, acompañados de sus análisis pertinentes. Para el análisis de protocolos en resolución de problemas se utilizó la codificación propuesta por Codina, Castro y Cañadas (2011, pp. 160-161) adaptada a la tarea de transferencia. Se prestó especial atención al establecimiento de analogías y diferencias entre problemas basándonos en el trabajo de Clement (1988) sobre

el establecimiento y utilización de analogías para resolver problemas de física. La nomenclatura usada en la codificación es la siguiente: **GA**: generación de analogías entre problemas; **DA**: detección de analogías; **GD**: generación de diferencias; **DD**: detección de diferencias.

Se diferencian las alocuciones del sujeto entrevistado (S) y del entrevistador (E).

Análisis de las entrevistas

En la primera tarea, el sujeto agrupó los problemas en torno a criterios mixtos, superficiales y estructurales, en las dos condiciones de familiaridad.

Durante la primera fase de la entrevista, el sujeto recordó la agrupación establecida en la primera prueba y se reafirmó en su criterio de agrupación basado en el nombre de la incógnita.

Fase 2. Establecimiento de analogías entre los tres problemas ejemplo 'lejanos' y el problema diana.

Baja Familiaridad

S: 04:09. **GD**. [*El Sujeto toma el problema verde SIM1 y lo acerca al problema diana. Lo lee en silencio*] Este no me serviría para resolver el problema Diana.

E: 04:12. ¿Por qué crees eso?

S: 04:32. **DD**. Porque en el problema a resolver, A disminuye y B aumenta, y aquí [señala el SIM1], A aumenta y B también aumenta. [*Percibe una diferencia entre ambos problemas en una idea que tiene relevancia estructural*]. Creo que me equivoqué en la tarea de agrupación de problemas.

Alta Familiaridad

S: 03:07. [*El sujeto compara el problema fuente y los problemas ISO1 y SIM1*]

E: 03:08. ¿Qué estás pensando?

S: 03:09. Para ser honesto no sé si me podrán ayudar o no [*el estudiante repasa los problemas*]. Bueno, creo que los tres podrían ayudarme. Cuando en uno A disminuye y B aumenta, como en el problema diana, las unidades son diferentes, euros por día o litros por minuto.

En la fase 2, el sujeto parece establecer analogías estructurales correctas en la condición de baja familiaridad, además, parece reconocer que no escogió el criterio estructural correcto. En cambio, en la condición de alta familiaridad, el sujeto se mantiene en el criterio mixto basado tanto en la estructura de los problemas como en la magnitud incógnita preguntada.

Fase 3. Adición de los dos problemas ejemplo 'cercaños'.

Baja Familiaridad

S: 05:40. **GA**. [*El sujeto toma el problema rojo DIFL y lo acerca para compararlo con el Diana. Lee en silencio*]. El problema rojo [DIFL] también me serviría de ayuda, porque en éste, aunque no lo diga directamente en el problema, A disminuye y B aumenta [*El sujeto no ha percibido la estructura de los problemas. Por esa razón, el sujeto no distingue la estructura "mezcla" del problema DIFL de la estructura "encontrar" del problema DIANA. No hace una buena transición del MS al MP*].

Alta Familiaridad

S: 05:00. **GA**. Este podría ayudarme [*el sujeto señala el problema ISO2*] porque al igual que en el problema diana A disminuye y B aumenta y, además, las unidades son las mismas, litros por minuto.

E: 05:17. ¿Y este? ¿Podría ayudarte? [*El investigador señala el problema RELI*].

S: 05:20. **DD**. No porque en este dice extraer de A hacia B y las unidades no son las mismas.

En un cierto momento de la tercera fase de la entrevista, en la condición de baja familiaridad, el sujeto comienza a manifestar su falta de comprensión estructural, aparece el conflicto cognitivo al comparar los problemas fuentes cercanos con los lejanos. En cambio, en la condición de alta familiaridad, el sujeto es capaz de distinguir los problemas que tienen la misma estructura de los que no.

Fase 4. Establecimiento de analogías con todos los problemas resueltos y explicados paso a paso.

Baja Familiaridad

E: 11.24. ¿Entonces cuales crees que te ayudarían más a resolver el problema diana?

S: 11.26. Pues los que tienen g/cm^3 [*Regresa a un criterio erróneo*].

Alta Familiaridad

S: 06:33. [*El sujeto dedica un tiempo a comparar los problemas ISO I e ISO II con sus respectivas soluciones*]. Comparando estos dos problemas [*ISO I e ISO II*] Según esto, cuando las ecuaciones son las mismas y el proceso es el mismo no importan los datos que te den, es decir, lo único que importa es que A disminuya y B aumente. Lo que quiero decir es que no importa euros o litros mientras la estructura sea la misma

En la condición de baja familiaridad, las ecuaciones se convierten para el sujeto en un obstáculo y no es capaz de realizar ninguna de las dos transiciones necesarias, ni la traducción Enunciados \rightarrow Ecuaciones, ni tampoco la inversa Ecuaciones \rightarrow Enunciados. Al no resolver este estado de conflicto, regresa a un estado no conflictivo sustentado en un criterio incorrecto. En cambio, el sujeto si fue capaz de realizar la transición Ecuaciones \rightarrow Enunciados en la condición de alta familiaridad.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

El caso mostrado en este estudio, nos permite, además de mostrar un efecto indeseado en el proceso de comprensión, señalar un fenómeno didáctico de interés para todos los profesores de ciencias y matemáticas que enseñan a resolver problemas en sus aulas. Este efecto, motivado inicialmente por una 'apariencia de comprensión' evidencia un problema al enfrentarse el estudiante a una situación de conflicto cognitivo que le hace retroceder a un estado de incomprensión inicial. Este hecho se da por la incapacidad de alcanzar un estado de estabilidad cognitiva asociado a una comprensión completa de la situación problemática.

En muchas ocasiones, los profesores creen que sus estudiantes han comprendido cómo se resuelve un determinado tipo de problemas, pero parece que esta comprensión puede ser

poco consistente. Construir la representación abstracta de un problema es una tarea más compleja de lo que puede parecer inicialmente. Los elementos superficiales pueden obstaculizar esta tarea y por tanto, los esfuerzos didácticos deberían dirigirse a ayudar a los estudiantes a filtrar y distinguir los elementos superficiales, irrelevantes para la resolución del problema, de aquellos estructurales, necesarios para la correcta ejecución.

Por otra parte, parece que la familiaridad con la situación descrita en los enunciados debería tenerse en cuenta en los programas de instrucción en resolución de problemas. El bajo conocimiento previo de los estudiantes sobre ciertas situaciones científicas, implica una mayor carga cognitiva en el proceso de resolución y parece dificultar la construcción de un modelo de la situación adecuado, añadiendo así, un obstáculo más en la elaboración de un modelo de problema correcto. Por todo esto, cabe esperar niveles de transferencia más bajos, cuando las situaciones problemáticas son desconocidas o poco familiares para los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Chen, Z., & Klahr, D. (2008). Bridging the gap: Remote transfer of problem-solving and scientific reasoning strategies in children. In R. Kail (Ed.), *Advances in child development and behavior*. Burlington, MA: Academic Press, 419–470.
- Chi, M.T.H., Feltovich, P.J., & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- Clement, J. (1988). Observed methods to generate analogies in scientific problem solving. *Cognitive Science*, 12, 563-586.
- Codina, A.; Castro, E. y Cañadas, M.C. (2011). *Un sistema de categorías para el análisis de la interactividad en una i-actividad de resolución de problemas*. En J.L. Lupiañez, M. C. Cañadas, M. Molina, M. M. Palarea y A. Maz (Eds), *Investigaciones en pensamiento numérico y algebraico e historia de la matemática y educación matemática*. Granada: Grupo de pensamiento numérico y algebraico e historia de la matemática y educación matemática, 157-164.
- Gómez-Ferragud, C.B., Solaz-Portolés, J. J., & Sanjosé, V. (2013). Dificultades para codificar, relacionar y categorizar problemas verbales algebraicos: Dos estudios con alumnos de secundaria y profesores en formación. *Bolema*, 50(28), 1239-1261.
- Gómez-Ferragud, C. B., Solaz-Portolés, J. J. y Sanjosé, V. (2014). Efecto pantalla y efecto Sísifo: dos fenómenos didácticos en la resolución de problemas por transferencia analógica. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 28, 221-242.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: a paradigm for cognition*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Kintsch, W., & Greeno. J. (1985). Understanding and solving word arithmetic problems. *Psychological Review*, 92(1), 109-129.
- Jonassen, D.H. (2000). Toward a design theory of problem-solving. *Educational Technology: Research and Development*, 48, 63-85.
- Mayer, R. E., & Wittrock, M. C. (1996). *Problem-solving transfer*. In D. C. Berliner and R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology*. New York: Macmillan, 47-62.
- Nathan, M., Kintsch, W., & Young, E. 1992. A theory of algebra-word-problem comprehension and its implications for the design of learning environments. *Cognition and Instruction*, 9(4), 329-389.

Novick, L. (1988). Analogical transfer, problem similarity, and expertise. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 14, 510-520.

ANEXO

Problemas Baja Familiaridad.

Estructuras: Alcanzar/Encontrar/Mezclas; **Superficies:** Gases; electricidad y disoluciones; **Incógnita:** Kilocalorías/Microculombios /Gramos

Enunciado: Consideremos dos globos diferentes A y B. Inicialmente el globo A tiene un gas con volumen de 2000 cm³ y el globo B está vacío. Entonces se conectan a la vez dos bombas térmicas idénticas, una que transfiere calor de A a un acumulador y otra que transfiere calor del acumulador a B. El globo A va disminuyendo su volumen a razón de 20 cm³/cal y el globo B va aumentando su volumen a razón de 30 cm³/cal. **Pregunta:** ¿Cuántas calorías se habrán transferido de A a B, cuando sus volúmenes sean iguales?

Problemas Alta Familiaridad.

Estructuras: Alcanzar/Encontrar/ Mezclas; **Superficies:** Piscinas/Huchas de ahorro/Globos; **Incógnita:** Litros/Euros/Kilogramos

Enunciado: Consideremos dos huchas de ahorro diferentes A y B. Inicialmente la hucha A tiene 2000 Euros y la hucha B está vacía. Entonces, se ponen en marcha a la vez dos procesos bancarios idénticos, uno que extrae dinero de A y lo introduce en una gran cuenta de ahorro, y otro que extrae dinero de esta gran cuenta de ahorro y lo introduce en B. La hucha A va disminuyendo su dinero a razón de 20 Euros/día y la hucha B va aumentando su dinero a razón de 30 euros/día. **Pregunta:** ¿Qué cantidad de dinero habrá en A y en B cuando las dos huchas tengan el mismo dinero?

Bienestar animal y cuidado de las mascotas, una experiencia en Educación Infantil

González-Martínez, E., González-García, F.,* Romero-López, C.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.

pagoga@ugr.es

RESUMEN

El bienestar animal se considera una problemática de importancia en diferentes ámbitos de la sociedad actual, y por tanto, surge la necesidad de conocer la actitud que los estudiantes tienen hacia los animales. El cuidado y respeto hacia los animales se debe tratar desde las más tempranas edades. El área de Educación Infantil de Conocimiento del Entorno, la primera etapa en que la enseñanza de las ciencias puede actuar, puede intervenir para generar actitudes de respeto y cuidado hacia los seres vivos. Partiendo de instrumentos elaborados para edades superiores, construimos un cuestionario que posibilita evaluar los conocimientos y sentimientos de empatía hacia los animales en niños y niñas de 3 a 5 años. Comparamos diferencias y semejanzas entre niños y niñas que tienen mascota y los que no, así como entre niños y niñas.

Palabras clave

Infancia, mascotas, educación, empatía, cuestionario.

INTRODUCCIÓN

Hemos de entender la educación como un proceso ligado a nuestras vidas desde que nacemos y que incluye infinidad de aspectos que es posible modificar. El trato con los animales es uno de ellos en los que no debemos pensar que es demasiado pronto. No existe menor demasiado pequeño para tratar a los animales, cuidarlos y respetarlos. De manera que además de los múltiples conocimientos acerca del reino animal que se pueden obtener, se debe considerar no sólo el aprendizaje de conceptos, sino la multitud de valores y de sentimientos que se trabajan con ellos. Coincidiendo con Mazas (2014) estimamos que es oportuno informar a los niños y niñas, a los adultos jóvenes o al público en general para sensibilizarlos ante el respeto a los animales y para promover la propiedad responsable de animales como mascotas.

El bienestar animal puede ser tratado por diferentes disciplinas: desde el ámbito productivo, del ético o desde un punto de vista antropocéntrico. Dentro del cuidado y el bienestar animal, este trabajo se centra en el cuidado y el trato de las mascotas, haciendo referencia a problemas como la violencia y el abandono.

El concepto tradicional de bienestar animal se limitaba a que los animales estuviesen físicamente sanos, bien alimentados y libres de agresiones físicas del ambiente. El concepto actual es más amplio e incluye la ausencia de maltrato. El maltrato animal se da cuando hacemos dejación de nuestra responsabilidad para impedir todo sufrimiento evitable en aquellos animales que se hallan bajo nuestro cuidado (Mazas, 2014). No se puede generalizar que toda aquella persona que maltrata animales sean violentas con las personas, aunque se considera que la falta de empatía y la crueldad con animales son marcadores de riesgo grave para la salud mental (Currie, 2006). Incluso ha sido a posteriori vinculada a la violencia criminal (Felthous y Yudowitz, 1977), así como a la

conducta delictiva en general (Ascione, Kaufman y Brooks, 2000). Por eso este tema adquiere un especial interés en la infancia, no sólo en la Educación Secundaria o Primaria como ha sido hasta ahora, sino que debe ser atendido más tempranamente al igual que otras tantas actitudes de la persona.

Los estudios e investigaciones relacionados con el bienestar animal en el ámbito de la educación son escasos. Destaca la tesis “La actitud hacia el bienestar animal en el ámbito educativo” (Mazas, 2014) que abordaba estudiantes de secundaria a universidad, con un rango de edad de 12 a 40 años, con una media de 17 años. Mazas, Fernández-Manzanal, Zarza y Mara (2013) elaboran un instrumento específico para valorar las actitudes hacia los animales. Este instrumento es la base utilizada en este trabajo junto a la escala AAS (Herzog, Betchart y Pittman, 1991).

En nuestro trabajo nos planteamos indagar sobre las ideas que los niños y niñas en la etapa de educación infantil tienen sobre los sentimientos animales. Se ha elaborado una serie de cuestiones relacionadas con los sentimientos de las mascotas y de sus necesidades básicas. Con ello nos planteamos como objetivos:

- Elaborar un instrumento de recogida de información sobre la actitud hacia el bienestar animal en el mundo de la Educación Infantil
- Conocer las actitudes hacia el bienestar animal en edades de escolarización de Educación Infantil (3 a 5 años)
- Observar diferencias y similitudes en el trato de mascotas entre niños y niñas con diferentes edades.
- Observar diferencias y similitudes en el trato de mascotas entre niños y niñas que tienen mascota y los que no.

Nuestras expectativas de resultados, a manera de hipótesis, son:

- Se diferenciarán las respuestas entre aquellos niños que conviven con animales y los que no y los niños tenderán a respuestas más violentas que las niñas.

ELABORACION DEL CUESTIONARIO Y METODOLOGIA

El propio Charles Darwin manifestaba en su libro “La expresión de las emociones en los animales y en el Hombre” (1872), que muchas especies comparten experiencias emocionales similares – miedo, dolor, placer, afecto, ira – y, a menudo, su expresión en formas similares a través de vocalizaciones, expresiones faciales y otros comportamientos. Es por ello que se puede considerar que desde edades tempranas es posible que los niños no sólo encuentren cualidades físicas comunes o diferentes con ciertos animales, sino que además, podrían reconocer emociones en ellos. Por tanto, este estudio será realizado a partir de las opiniones que se obtengan de los niños y niñas al presentarle determinadas situaciones, siendo las opiniones según Mazas (2014), “actitudes verbalizadas”. Estas opiniones se recogen mediante una escala actitudinal y con entrevistas y observación de determinadas situaciones, en virtud de la edad de los participantes.

Instrumento y su aplicación. Participantes

Es frecuente elaborar instrumentos a partir de otros ya desarrollados (Morales, 2000); en nuestro caso la principal escala utilizada es la Escala de Actitud hacia el Bienestar Animal para Educación Primaria, elaborada por Mazas (2014). A su vez, esta escala está basada en otras, las cuáles también han sido consultadas y utilizadas como Attitudes Towards Animal: Use and Belief in Animal Mind elaborada por Knight, Vrij, Cherryman, y

Nunkoosing (2004) y Attitudes to Animals Scale (AAS) elaborada por Herzog, Betchart, y Pittman (1991).

Se presenta un cuestionario con una serie de ítems o ideas que se desarrollaron durante las asambleas a modo de preguntas abiertas, para intentar influir al mínimo en las opiniones. Según a la edad a la que vamos a presentarle las cuestiones deberemos hacer más adaptaciones y presentarles preguntas más cerradas, a las que respondan con afirmaciones o negaciones. Para los más pequeños (3 años) se propone un rato de interacción con diferentes mascotas, incluyendo elementos como premios. Se utilizará la observación y se anotarán las diferentes reacciones y se recogerán sus manifestaciones orales. Para 4 y 5 años las anotaciones podían ser más completas dado el desarrollo en el lenguaje de los menores.

El número de ítems y por tanto de cuestiones a presentar en el aula es reducido, solo diez. Este número reducido de ítems podría resultar una desventaja, sin embargo, ya que la capacidad de concentración a estas edades varía entre los 20-25 minutos en los mayores y de alrededor de 10 minutos en los más pequeños, esto resulta ventajoso a la hora de ponerlo en práctica, para ser presentado a modo de entrevista o pequeña asamblea.

Dentro de estas preguntas se incluyen cuestiones sobre las necesidades básicas de los animales, de cómo deben ser educados y de las soluciones posibles cuando una mascota se comporta inadecuadamente, hablando así de animales abandonados y de maltrato. También se incluyen preguntas relacionadas con cómo se sienten los animales en diferentes situaciones e incluso la disposición que tienen de ayudar y proteger a los animales.

Para la puesta en práctica, se utilizarán estrategias diferentes para adecuarse a la edad de cada niño. Con los niños de los cursos de infantil de 4 y 5 años se plantearán cuestiones abiertas, a las que podrán contestar desarrollando sus propios conocimientos, intuiciones y sentimientos. Con los pequeños de infantil de 3 años, se plantearán las mismas preguntas abiertas, y a continuación se le ofrecerán dos soluciones entre las que pueden elegir.

Tras diversas modificaciones y adaptaciones, el test final se valoró según el tipo de respuesta que se obtenga, la puntuación será de 0, 1 o 2. En general, se puntuará con 0 aquellas respuestas que se encuentren alejadas de un sentimiento de empatía hacia los animales, con un 2 a los más cercanos a este sentimiento, y con un 1 a aquellos que se muestren indecisos o que se observe claramente una falta de información.

También es importante mencionar que las preguntas que se les realiza en la asamblea, están relacionadas con los ítems, sin embargo no siempre se presentan de manera literal, para fomentar la participación y que expresen sus opiniones. Por ello, comenzamos preguntando de manera general hasta que focalizamos en cada uno de los ítems.

Ítem 1, “Los animales sufren, si les pegas les duele”, las preguntas realizadas son “¿Vosotros le pegáis o pegaríais a vuestra mascota?” “¿Por qué?” “¿Qué pasa si les pegas?” Para estas cuestiones se puntuarán con un 2 a aquellas respuestas que incluyan no sólo una negativa a pegarle a la mascota, sino que también reconozcan que los animales tienen sentimientos.

Para el ítem 2, “Es normal pegarle a un animal si nos molesta y nos hace enfadar”, se presenta la situación de un perro que ladra mucho, o que le araña, o que coge sus juguetes. Después de la respuesta se pregunta además si lo solucionarían pegándole. Se puntuará con un 2 a aquellos que aporten una solución diferente a pegarles y que además nieguen esa solución.

Para el ítem 3, “Yo prefiero comprar una mascota en las tiendas de animales, porque en los refugios son feos y viejos”, primero se les explica que es un refugio de animales y a continuación les proponemos acoger una mascota, “¿Dónde vamos?” “¿Por qué?”. Se puntuarán con 2 cuando prefieran refugio (de manera razonada) y con un 1 cuando no muestren preferencia.

En el ítem 4, “Las necesidades básicas de las mascotas son estar alimentados, sanos y tener un hogar en el que ser felices”, la pregunta base será “¿Qué necesitan las mascotas para vivir?”. Se puntuará con un 1 aquellas respuestas que incluyan la alimentación, higiene, salud, etc. Para obtener el 2 deberán incluir en su respuesta alguna muestra de que los animales necesitan cariño o de que, todos los cuidados que se les da van destinados a su felicidad.

En el ítem 5, “Las mascotas aprenden mejor lo que pueden y lo que no pueden hacer si se les da un azote”, se les cuestiona el “cómo enseñarían a sus mascotas a portarse bien”, e incluso podemos añadir el ejemplo de un perro que hace sus necesidades donde no debe. Si aceptan la solución de pegarles se valoraba con 0, ante la duda con un 1 y si eran contrarios al castigo físico con 2.

El ítem 6 original era “Los animales agresivos deben ser sacrificados de inmediato pues no pueden ser curados”, sin embargo, consideramos que el sacrificio no termina de ser un tema adecuado para la Etapa de Infantil. No obstante, se realiza una pregunta abierta en la que cabe el sacrificio como respuesta, pero no es mencionada por el encuestador: “Si tu mascota se porta muy mal, tan mal que incluso muerde ¿qué haces con ella?”. Se puntuarán con un 0 toda aquella respuesta que signifique librarse de su responsabilidad de cuidar al animal. El rechazo al abandono se puntúa con 2. La duda o indecisión con 1.

En concordancia con el anterior, el ítem 7 dice “El abandono le produce al animal mucha sensación de libertad”. Por ello, tras la respuesta que se obtiene de la pregunta anterior, proponemos una “solución” o una pregunta nueva que podría ser “¿Podríamos dejarle que viva solo en el campo? ¿Cómo se siente si le dejamos a vivir en el campo solito?”. Las respuestas que afirman que la soledad les puede producir tristeza o miedo se puntúan con 2; si piensan que les puede gustar con 0. También es buen momento para presentar una pregunta relacionada con el ítem 10, “Los animales viven más felices encerrados durante mucho tiempo”, ofreciendo igual que antes una propuesta de “solución” ante un animal agresivo: “¿Dejamos encerrada a nuestra mascota durante mucho tiempo?”

Con el ítem 8, “Me encantaría colaborar con un refugio de animales abandonados”, simplemente proponemos esta actividad y preguntamos por qué les gustaría o no. La adhesión a colaborar se puntúa con 2, la duda con 1 y la negación con 0.

El ítem 9, “Es divertido ver a dos perros pelearse”, se plantea simplemente si les gusta o no ver a dos animales pelear y por qué. Si opinan que es divertido o que a los animales les gusta se valora con 0, la duda con 1 y si afirman que no es bonito o que se hacen daño con 2.

En el último ítem, “Los animales viven más felices encerrados durante mucho tiempo”, se presenta el caso de un animal que siempre está encerrado y uno que sólo se encierra en determinadas ocasiones y se pregunta cómo creen que son más felices y en qué ocasiones tendrían a su mascota encerrada.

Estos diez ítems recogen componentes de maltrato por placer o desconocimiento (5 ítems), por ocio (1 ítem), y de abandono animal (4 ítems), según la clasificación realizada por Mazas (2014). No se introdujo ningún ítem de la categoría animales de granja.

Según las puntuaciones que se obtenga en cada pregunta se originará un resultado numérico cuyo máximo será 20 y mínimo 0. Aquellos que hayan resultado el test con una mayoría de respuestas valoradas con 2 puntos obtendrán una puntuación de 16 a 20, lo cual significará un índice alto de empatía hacia los animales. Valores entre 12 y 15, indicarán un índice medio de empatía, ya que sus respuestas han sido valoradas de manera variada, pudiendo obtener tanto 0, como 1 o 2 en ellas. Valores inferiores se considerarán que la empatía y el conocimiento del cuidado de los animales se encuentra en un índice bajo. Finalmente la puntuación se transformó en porcentaje sobre el máximo de 20 puntos, de modo que con esta transformación los índices de empatía alta se sitúan entre 80 y 100% los índices medios entre 75 y 60, siendo el índice bajo si la puntuación se sitúan con menos del 60%.

Dado el número reducido de participantes no aplicamos estudio estadístico, puesto que sería poco significativo en particular al contar solo con cuatro niños frente a 12 niñas. En el estudio participaron 16 menores de una escuela infantil de la ciudad de Granada, con el apoyo de sus profesoras. 4 menores eran niños y 12 niñas, de edades entre 3 y 5 años (3 niños de 3 años, 1 niño de 5 años, 4 niñas de 3 años, 3 niñas de 4 años y 5 niñas de 5 años). 9 de los menores tenían mascotas y 7 no tenían mascotas.

RESULTADOS

Globalmente los resultados muestran un índice alto-medio de empatía hacia los animales en los niños y niñas de 3 a 5 años. La menor puntuación de 60 (en porcentaje) se da en un solo caso, entre 65 y 75 puntos obtuvimos 6 casos, entre 80 y 85 tenemos 5 casos y de 90 a 100 se obtuvieron 4 casos. Es decir 9 menores presentaron un índice de empatía animal alto y 7 un índice medio.

Por edades se aprecia un mayor índice a los tres años, desciende a los cuatro años y vuelve a subir a los 5 años; en todo caso la muestra es pequeña y puede estar afectada por la presencia de mascotas según las edades, dado que la distribución no es homogénea por edades, debido al carácter no aleatorio de los participantes.

En la Tabla 1 se muestran los datos globales

Niños Índice medio de empatía= 73,75		Niñas Índice medio de empatía = 80,5	
Niños Con mascota Índice medio de empatía = 82,5	Niños Sin mascota Índice medio de empatía = 65	Niñas Con mascota Índice medio de empatía =83,5	Niñas Sin mascota Índice medio de empatía = 76
Niños y niñas con mascota Índice medio de empatía = 83,3		Niños y niñas sin mascota Índice medio de empatía = 72,85	

Tabla 1. Valores de los índices de empatía animal en los diferentes grupos de participantes en el estudio (los datos numéricos representan el porcentaje del valor máximo del índice).

Con las reservas que hemos de tener dado que la muestra del estudio es pequeña, los resultados obtenidos van en la línea de las hipótesis previas.

Las niñas obtienen un índice medio de empatía superior, siendo las respuestas de los niños indicativas de un menor nivel de empatía hacia las mascotas.

El trato con animales (mascotas) refleja un mayor índice de empatía animal de forma global, siendo particularmente mayor en el caso de los niños, aunque también en las niñas hay mayor puntuación en aquellas que tienen mascotas.

De forma global los ítems mejor valorados son los ítems 1,2, 7 y 8; y los peor valorados el 3 y el 6.

También hay que considerar la influencia del tipo de mascota, ya que se han obtenido un resultado superior para aquellos niños que conviven con animales e incluso, es interesante mencionar que las puntuaciones mayores (100 y 95) han sido obtenidas por niñas que tenían o montaban habitualmente caballos. De aquí nace una cuestión: ¿Existe la posibilidad de que unos animales promuevan más la empatía y el trato respetuoso hacia ellos que otros? Quizá debido a las numerosas similitudes con otros mamíferos estos sean los más idóneos.

En las manifestaciones y respuestas que dan a los ítems encontramos respuestas que indican con claridad la conciencia infantil sobre el mundo de los sentimientos y emociones animales.

Para el ítem 1: “los animales se enfadan si se les pega” (3 años), “se ponen tristes” (4 años), o claramente “Los animales tienen sentimientos” (4 y 5 años).

Para el ítem 2: “no se les pega nunca” (3 años), “no se les pega porque no se les pega” (3 años), “si les pegas se enfadan y me asusto” (4 años), “si ladra es que está contento” (4 años), “mi hámster me mordió porque no se dio cuenta” (5 años).

En el ítem 3: “hay que adoptarlos porque nadie los quiere” (5 años); “que no se queden sin familia” (4 años).

En el ítem 4: “hay que darles muchos besitos” (4 años), “tiene que tener una cama calentita como la mía” (5 años).

En el ítem 6: “si son malos se les puede enseñar a ser buenos, ¿no?” (4 años)

En el ítem 7: “el perro abandonado se pone triste” (3 años), “se ponen tristes como cuando se pierden”, “se pone triste y te espera” (5 años).

En el ítem 8: “iría a jugar” (3 años), “Como en la granja” (4 años).

En el ítem 9: “nada divertido porque se hacen daño” (5 años)

En el ítem 10: “Yo saco a mi cobaya para que juegue” (3 años), “A los caballos les gusta pasear” (4 años), “A mi conejo le gusta dormir en mi cama y no en la jaulita” (5 años).

En ocasiones en sus respuestas negativas se traslucen elementos del contexto familiar, como: “Hay que darles con un papel en el culo, como hace mi papá”, “Si me ladra se lo doy a mi tita o a mi abuela”.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Como conclusión final y a pesar de la dificultad de que la muestra de estudio sea pequeña, se podría decir que los niños presentan desde edad temprana aprecio y cariño hacia los animales y que bien por intuición, por observación o en el caso de los más mayores por conocimiento, sepan a la perfección como se les ha de tratar e incluso que reconozcan que tienen sentimientos. Más allá de los datos, creemos que es posible estudiar en estas edades las actitudes hacia el bienestar animal y por tanto la idea de Mazas (2014) de que

“es oportuno informar a los niños, a los adultos jóvenes o al público en general para sensibilizarlos ante el respeto a los animales y para promover la propiedad responsable”, puede generalizarse en la etapa de Educación Infantil, incluso desde los 3 años.

Los niños suelen mostrarse interesados en rodearse por animales, al igual que a edades tempranas suelen presentar por lo general sentimientos de cariño hacia ellos. ¿Por qué no trabajar más profundamente estos sentimientos de estima y de empatía? Incluir el contacto con animales como un elemento de atención temprana al ámbito social y natural de la persona puede resultar interesante. El resultado de las observaciones con los niños y niñas de estas edades es una buena aproximación, desde una perspectiva cualitativa, para comprender como se forjan actitudes y conductas ante el mundo animal.

Sería una perfecta forma de desarrollar el BOE (2006) en su área de Conocimiento del entorno: “Curiosidad, respeto y cuidado hacia los elementos del medio natural, especialmente animales y plantas. Interés y gusto por las relaciones con ellos, rechazando actuaciones negativas”.

Pocas veces las ideas de Fishbein y Ajzen (1975, 1980) sobre las actitudes como predisposición aprendida para responder hacia un objeto de actitud pueden combinarse mejor con los conocimientos que los propios menores van adquiriendo sobre ese objeto de actitud, en este caso los seres vivos.

Querol (2008; 2014) concluía que es necesario integrar a muy diversos grupos (padres, educadores, maestros, asociaciones de protección animal, trabajadores sociales (Zilney 2005), veterinarios (Landau 1999, Green y Gullone, 2005), pediatras (Muscarì 2004), agentes de la autoridad, etc.) para proporcionar unas bases teóricas y comprender cómo se produce el inicio del maltrato infantil-juvenil hacia los animales (Agnew, 1998) e iniciar una intervención adecuada (Lewchanin y Zimmerman, 2000; Shapiro, 2005).

En este sentido, en la formación de los formadores en las Facultades de Educación también pueden y deben integrarse esta materia.

También es importante que los educadores consideren el ámbito familiar como forjador de actitudes en este campo, y sería interesante relacionar el contexto familiar (gustos de los padres por la caza o por espectáculos con animales) y social (afición por los caballos, experiencias con animales en distintos campos, etc.).

La edad de los estudiantes, niños y niñas de Educación infantil, no debe ser un factor limitante pues creemos que hemos mostrado se puede aplicar una metodología propia del aula de infantil, incluso a menor edad es posible realizar observaciones de la empatía que muestran los niños y niñas hacia los animales.

BIBLIOGRAFIA

Agnew, R. (1998). The causes of animal abuse: Asocial psychological perspective. *Theoretical Criminology*, 2 (2), 177-209.

Ascione, F. R., Kaufman, M. E. y Brooks, S. M. (2000). Animal abuse and developmental psychopathology: Recent research, programmatic, and therapeutic issues and challenges for the future. En: A. H. Fine (Ed.), *Handbook On animal-assisted therapy: Theoretical foundations and guidelines for practice*, 325-354). San Diego: Academic Press.

BOE (2006) REAL DECRETO 1630/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas del segundo ciclo de Educación Infantil.

Currie, C. L. (2006). Animal cruelty by children exposed to domestic violence. *Child Abuse & Neglect*, 30, 425-435.

- Darwin, C. (1872). *The Expression of the Emotions in Man and Animals*. Edición original de John Murray, UK. (Disponible en castellano: *La expresión de las emociones en los animales y en el Hombre*, Alianza Editorial, Madrid. 1998).
- Felthous, A. R. y Yudowits, B. (1977). Approaching a comparative typology of assaultive female offenders. *Psychiatry*, 40, 270-276.
- Fishbein, M. y Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behaviour. (An introduction to theory and research)*. New York: Addison-Wesley.
- Fishbein, M. y Ajzen, I. (1980). *Understanding attitude and predicting social behaviour*. New York: Prentice Hall.
- Green P.C. y Gullone E. (2005). Knowledge and attitudes of Australian veterinarians to animal abuse and human interpersonal violence. *Australian Veterinarian Journal*, 83(10), 619-25.
- Herzog, Betchart y Pittman (1991). Attitudes to Animals Scale (AAS). Desde <http://paws.wcu.edu/herzog/AnimalAttScale.pdf>
- Knight, S. Vrij, A. Cherryman, J. Nunkoosing, K. (2004). Attitudes Towards Animal Use and Belief in Animal Mind. Desde <http://eprints.port.ac.uk/11047/1/filetodownload,71761,en.pdf>
- Landau, R.E. (1999). A survey of teaching and implementation: the veterinarian's role in recognizing and reporting abuse *Journal of American Veterinarian Medical Association* 1;215 (3), 328-331
- Lewchanin, S. y Zimmerman, E. (2000). *Clinical Assessment of Juvenile Animal Cruelty*. Brunswick, ME: Biddle Publishing Co.
- Mazas, B ,Fernández Manzanal, R., Zarza, F.J. y Mara, G. A. (2013) Development and Validation of a Scale to Assess Students' Attitude towards Animal Welfare, *International Journal of Science Education*, 35:11, 1775-1799, DOI: 10.1080/09500693.2013.810354
- Mazas, B. (2014). *La actitud hacia el bienestar animal en el ámbito educativo*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza.
- Morales, P. (2000). *Medición de actitudes en Psicología y Educación, construcción de escalas y problemas metodológicos* (2ª Ed.). Madrid: Universidad Pontificia Comillas.
- Muscari M. (2004) Juvenile animal abuse: Practice and policy implications for PNPs *Journal of Pediatric Health Care*, 18(1), 15-21.
- Querol, N. (2008). Violencia hacia animales, por menores, ¿cosas de niños? *Revista de Bioética y Derecho*, 13, 12-28.
- Querol, N. (2014) Maltrato a animales y violencia interpersonal: avances sociales, policiales y criminológicos. *Criminología y Justicia*, 7 (3), 8-11.
- Shapiro, K. (2005). Identifying and treating animal abuse: The Animal care approach. *The Latham Letter* 26, 11.
- Zilney LA. (2005) Reunification of child and animal welfare agencies: cross-reporting of abuse in Wellington County, Ontario. *Child Welfare*. 84 (1), 47-66.

Comprensión acerca de la naturaleza de los modelos en profesores de ciencias de secundaria en formación inicial¹

Jiménez-Tenorio, N.,¹ Aragón, L.,¹ Blanco, A.,² Oliva, J. M.¹

¹Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Cádiz. ²Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Málaga.

natalia.jimenez@uca.es

RESUMEN

Este trabajo forma parte de un estudio más general destinado a elaborar, validar y emplear como instrumento de evaluación un cuestionario en torno a la comprensión de la naturaleza de los modelos en alumnado y profesorado. El cuestionario contempla cinco dimensiones: modelos como representaciones múltiples, modelos no como réplicas exactas, en qué consiste un modelo, uso de los modelos y naturaleza cambiante de los modelos. En concreto, se analiza aquí su aplicación a 85 profesores de secundaria en formación inicial en las especialidades de ciencias. Los resultados obtenidos muestran puntuaciones medias menores de las esperadas en algunas de las subescalas. Esto sugiere que, al menos para una parte de estos titulados, existen carencias en sus visiones acerca de la naturaleza de los modelos. La comparación con otros estudios similares apuntan patrones comunes en su comprensión. Finalmente, se plantean algunas implicaciones educativas y propuestas futuras para continuar con la investigación.

Palabras clave

Naturaleza de los modelos, cuestionario de evaluación, profesorado de secundaria, formación inicial.

INTRODUCCIÓN

El uso de modelos y de la modelización se considera una de las prácticas científicas importantes (NRC, 2012) y por ello, se reconoce que deben formar parte del bagaje de los estudiantes desde el punto de vista de una educación científica básica (Oliva, Aragón y Cuesta, 2015).

Se ha sugerido que la aplicación de un enfoque basado en modelos en las clases de ciencias requiere por parte del profesorado una adecuada comprensión de los modelos y de la modelización. Estudios previos muestran, sin embargo, que la percepción del profesorado es compleja y algunas veces inconsistente, adoptando diferentes enfoques sobre cómo utilizar los modelos en sus clases dependiendo de sus conocimientos, sus creencias y experiencias (Oh y Oh, 2011). Por ello, se considera importante que aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia, en general, y de los modelos y la

¹ Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación de Excelencia “*Desarrollo y evaluación de competencias científicas mediante enfoques de enseñanza en contexto y de modelización. Estudios de caso*” (EDU2013-41952-P) financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

modelización, en particular, formen parte de la formación inicial del profesorado de ciencias (Marín y Benarroch, 2009).

Esta debería partir del conocimiento sobre como el profesorado entiende el concepto de modelo y las ideas que tienen sobre el mismo al comienzo de su formación inicial. En este sentido, diferentes herramientas han sido utilizadas para evaluar la comprensión sobre la naturaleza de los modelos (Grosslight *et al.*, 1991; Van Driel and Verloop, 1999, 2002; Chittleborough *et al.*, 2015), siendo uno de los más conocidos el Students' Understanding of Models in Science (SUMS) (Treagust *et al.*, 2002). Dicho instrumento ha sido usado en diferentes investigaciones para evaluar la comprensión sobre la naturaleza de los modelos tanto por parte de alumnos (Treagust *et al.*, 2002) como de profesores (Everett *et al.*, 2009). No obstante, la conveniencia de incluir mejoras en el instrumento (Wei *et al.*, 2014), junto a la necesidad de adaptarlo al español, nos ha llevado a la construcción de un nuevo cuestionario, teniendo en cuenta el tipo de ítems formulados en aquél y las dimensiones que contemplaba. Un primer avance del mismo ha sido mostrado en Muñoz-Campo *et al.* (2016).

Treagust *et al.* (2002) contemplan en el SUMS cinco dimensiones a la hora de organizar sus ítems, los cuales giran en torno a las siguientes ideas:

- a) Los modelos como representaciones múltiples: implica la aceptación del uso de una variedad de representaciones para un mismo fenómeno, y al mismo tiempo su comprensión de la necesidad de esta variedad (MR).
- b) Los modelos como réplicas exactas: se refiere a la percepción de lo cerca que un modelo puede estar del objeto o fenómeno que modeliza, y del parecido que puede guardar con él (ER).
- c) Los modelos como herramientas explicativas: se refiere a la aportación que hace un modelo para ayudar a entender una idea (ET).
- d) Uso de modelos científicos: explora la comprensión de cómo se pueden utilizar los modelos en la ciencia, más allá de sus propósitos descriptivos y explicativos (USM).
- e) Naturaleza cambiante de los modelos: se refiere a la posibilidad de que los modelos cambien debido a que surjan nuevos descubrimientos, nuevas teorías o nuevas formas de pensar sobre determinados fenómenos u objetos (CNM).

En una línea similar, aunque no totalmente coincidente, Oh y Oh (2011), contemplan también cinco dimensiones en un análisis realizado para identificar lo que los profesores deben saber acerca de los modelos:

- a) Significado de un modelo: es una representación de un objeto y sirve como un "puente" que conecta una teoría y un fenómeno. Se considera una simplificación, exageración o idealización de algo.
- b) Propósito de la modelización: un modelo reproduce los roles de describir, explicar y predecir fenómenos naturales y la comunicación de las ideas científicas a los demás.
- c) Multiplicidad de modelos: se recurre a cierta multiplicidad de modelos porque pueden surgir variedad de ideas sobre un mismo objeto y sobre cómo funciona, y porque existe variedad de recursos semióticos para la construcción de modelos.
- d) Cambio en los modelos científicos: cualquier modelo es siempre revisable, por lo que son continuamente sometidos a prueba pudiendo cambiar con el tiempo.
- e) Uso de modelos en las clases de ciencias: los modelos y la modelización constituye un recurso útil en las clases de ciencias con vistas al aprendizaje de los alumnos.

Puede apreciarse un importante paralelismo entre ambos análisis, si bien en éste último se refunden en un solo tópico (Significado de un modelo) lo que para Treagust *et al.* (2002) suponen dos distintos (los modelos como herramientas explicativas y como representaciones múltiples), a cambio de incluir un tópico nuevo referido al uso didáctico de los modelos.

Este tipo de análisis es de suma importancia a la hora de configurar un instrumento dirigido a evaluar la comprensión sobre la naturaleza de los modelos. En nuestro caso recurriremos con algún matiz a la estructura prevista por Treagust *et al.* (2002) en el SUMS.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En la actualidad estamos construyendo un instrumento para evaluar la comprensión sobre la naturaleza de los modelos en alumnado y profesorado. Como parte del proceso de validación de dicho instrumento, estamos recopilando datos procedentes de distintas submuestras, lo que nos permite, además, acceder a una primera aproximación en torno a las visiones al respecto que muestran los distintos sectores consultados. En este caso, nos detenemos en la aplicación del instrumento a una muestra de profesorado de ciencias de secundaria en formación inicial, al objeto de conocer cuál es su grado de comprensión acerca de la naturaleza de los modelos. Las cuestiones investigadas fueron las siguientes:

- a) ¿En qué medida los participantes de este estudio presentan visiones adecuadas?
- b) ¿En qué dimensiones obtienen mejores resultados y en cuáles peores?
- c) ¿Qué grado de relación presentan entre sí los resultados en distintas dimensiones?

Basándonos principalmente en el trabajo previo del SUMS (Treagust *et al.*, 2002), y en un estudio piloto ya citado (Muñoz-Campo *et al.*, 2016), hemos desarrollado un instrumento en fase de validación con ítems en formato Likert, con cinco niveles de respuesta que reflejan opciones que van del total acuerdo al total desacuerdo, pasando por una opción intermedia de inseguridad. Este cuestionario estaba inicialmente integrado por 50 ítems, diez para cada una de las siguientes dimensiones:

- a) Los modelos como representaciones múltiples, que se corresponde básicamente con la dimensión MR del SUMS.
- b) Los modelos no son réplicas exactas del objeto o sistema representado, lo que supone una inversión de la escala ER empleada en el SUMS.
- c) En qué consiste un modelo, que supone una ampliación de la dimensión ET del SUMS, para contemplar rasgos más generales de lo que se entiende por modelo; esto es, no solo una explicación causal a un fenómeno, sino también cualquier idea o conjunto de códigos visuales o simbólicos que sirvan para representarlo.
- d) Usos de los modelos científicos, que se correspondería con la dimensión USM del SUMS.
- e) Naturaleza cambiante de los modelos, que equivaldría a la dimensión CNM del SUMS.

La mitad de los ítems se formularon como afirmaciones positivas con respecto a visiones epistemológicamente adecuadas. La otra mitad se redactaron en un sentido contrario, de modo que a mayor desacuerdo con ellas, mayor sería el grado de acuerdo con aquellas que serían deseables.

El instrumento desarrollado fue sometido a un proceso de validación por 20 expertos, en el que participaron profesores de didáctica de la ciencia de diferentes universidades y profesorado de ciencia de secundaria, todos ellos con experiencia en el uso de modelos y

de la modelización en la enseñanza. Dicho proceso consistió en un análisis del lenguaje empleado en los enunciados de los ítems y de su facilidad de comprensión, así como del grado de correspondencia o adecuación de cada ítem con la dimensión específica que pretendía evaluar. Como resultado de esta labor se eliminaron 7 de los 50 ítems y se modificaron la redacción de algunos de ellos. La versión actual del cuestionario, que es el empleado en este estudio, consta de 43 ítems. En la tabla 1 se muestra la correspondencia de los ítems a cada una de las dimensiones, su sentido y algunos ejemplos de la redacción de los mismos.

Dimensión	Sentido	Ítems	Ejemplo
Los modelos como representaciones múltiples	+	4,21,28,41	28. Para representar distintas facetas de un fenómeno se necesitan varios modelos.
	-	6,16,33,37	6. Un solo modelo es siempre suficiente para comprender un fenómeno.
Los modelos no como réplicas exactas	+	12,18,23,35	12. Siempre hay diferencias entre el modelo y el objeto o fenómeno estudiado.
	-	3,14,26,32,39	14. Un modelo tiene que ser completamente igual que el objeto que representa pero a un tamaño diferente.
En qué consiste un modelos	+	1,7,25,29,31	1. Un modelo puede ser un diagrama, un esquema, una imagen o un gráfico.
	-	13,22,36,43	43. Una representación a escala no es un modelo.
Uso de los modelos	+	8,19,27,42	42. Los modelos se usan para ayudar a elaborar ideas y teorías sobre los fenómenos científicos.
	-	5,10,17,38	5. Un modelo sirve de poco para plantear preguntas investigables.
Naturaleza cambiante de los modelos	+	2,11,24,30,40	11. Un modelo puede cambiar si surgen nuevos descubrimientos.
	-	9,15,20,34	20. Un modelo no cambia a pesar de que aparezca una nueva teoría que esté en desacuerdo con él.

Tabla 1. Distribución de los diferentes ítems del cuestionario según dimensión y sentido.

En el estudio objeto de esta comunicación han participado 85 estudiantes (48 mujeres y 37 hombres) de las especialidades de Física y Química (31 alumnos), y de Biología y Geología (54 alumnos) del Máster en Profesorado de Educación Secundaria de las Universidades de Cádiz (32 alumnos) y de Málaga (53 alumnos). La gran mayoría de estos estudiantes han cursado estudios de Biología (38,8%), Ciencias Ambientales (16,5%) y Química (15,3%), y también de Ingeniería Química (9,4%). El cuestionario fue cumplimentado durante el curso académico 2015/2016 por los participantes justo al iniciar el módulo específico del Máster, cuando aún no habían recibido en el Máster ninguna formación específica sobre didáctica de las ciencias y en particular, sobre los modelos y la modelización.

RESULTADOS

Dado que cualquier proceso de validación requiere el uso de muestras muy amplias, de las que todavía no disponemos, nos vemos obligado a tomar en consideración momentáneamente la información proveniente de la totalidad de ítems, a la espera de un progresivo proceso de depuración en función de los datos de validación que se vayan realizando.

Al objeto de disponer de información más fiable de la que aportan los resultados procedentes de ítems individuales, se llevó a cabo un agrupamiento de los mismos en

subescalas según la distribución prevista en la tabla 1. Los resultados de los ítems formulados con un sentido negativo fueron invertidos al objeto de poder promediar los resultados de todos los ítems de la subescala correspondiente.

Se ha realizado un análisis por separado de fiabilidad de cada una de las subescalas construidas, ya que se disponía de datos de validez de expertos. Solo se ha eliminado el ítem 7, dado que parece alinearse justo con el extremo opuesto al esperado. Por tanto, para los resultados que se muestran a continuación se han considerado 42 ítems.

En la tabla 2 se muestra el análisis descriptivo de cada una de las subescalas construidas, junto a la de la variable resultante del cómputo global del cuestionario. Este análisis incluye la fiabilidad de las subescalas construidas, y las medidas de centralización y dispersión correspondientes. Los valores de la media están normalizados al rango de 0 a 1. Valores altos indican alto desempeño, mayor cuanto más próximo sea al valor 1. Puede verse también la comparación de los resultados obtenidos con los procedentes de otros estudios que manejan subescalas semejantes y comparables con éstas.

Subescala	Presente estudio				Muñoz-Campos <i>et al.</i> (2016)	Everett <i>et al.</i> (2009)	Treagust <i>et al.</i> (2002)	Cheng y Lin (2015)
	Profesorado de Educación Secundaria en formación inicial				Profesorado de Educación Primaria en formación inicial		Alumnado de Educación Secundaria Obligatoria	
	Alfa de Cronbach	Media	Desv. típ.	Valor mínimo	Media	Media	Media	Media
Naturaleza cambiante de los modelos	0,69	0,81	0,12	0,33	0,82	0,78	0,68	0,76
Uso de los modelos	0,80	0,75	0,09	0,53	0,70	0,72	0,60	0,72
Los modelos como representaciones múltiples	0,66	0,68	0,10	0,31	0,70	0,72	0,63	0,73
En qué consiste un modelo	0,74	0,65	0,11	0,34	0,72	0,80	0,63	0,70
Los modelos no como réplicas exactas	0,84	0,61	0,12	0,28	0,59	0,42	0,35	0,57

Tabla 2. Análisis descriptivo de cada una de las subescalas construidas, junto a la de la variable resultante del cómputo global y resultados obtenidos en otros estudios similares

Como puede verse en la tabla 2, los valores de fiabilidad van de moderados a altos, obteniendo el valor más elevado en el caso de la subescala “Los modelos no como réplicas exactas” y el más bajo en la de “los modelos como representaciones múltiples”. El mayor desempeño aparece en la dimensión que evalúa la naturaleza cambiante de los modelos, y el peor en la de los modelos no como réplicas exactas. Conviene hacer notar que hay puntuaciones mínimas bajas en algunas de las subescalas, lo que indica que, si bien en términos globales los promedios de puntuaciones son relativamente altos, algunos de los participantes presentan graves carencias en su comprensión sobre la naturaleza de

los modelos. Es necesario indicar que el análisis realizado en función del sexo y de la especialidad, en la que los estudiantes están realizando el Máster, no muestran diferencias significativas.

Se han comparado los resultados obtenidos en este estudio, con dos desarrollados con profesorado de primaria en formación inicial (Muñoz-Campos *et al.*, 2016; Everett *et al.*, 2009), y con otros dos llevados a cabo con estudiantes de secundaria (Treagust *et al.*, 2002; Cheng y Lin, 2015). En estos estudios se pudo observar que los resultados obtenidos compartían en términos generales una secuencia muy similar en cuanto a la dificultad para comprender las diferentes dimensiones del concepto de modelo. Esta secuencia podría concretarse de la siguiente forma:

- Dimensión de menor dificultad: “naturaleza cambiante de los modelos”.
- Dimensiones de dificultad intermedia: “en qué consiste un modelo”, “los modelos como representaciones múltiples” y “uso de los modelos”. Entre ellas suelen producirse pequeñas alternancias; incluso en algún caso, la subescala “en qué consiste un modelo” puede situarse en el grupo de menor dificultad.
- Dimensión de mayor dificultad: “los modelos no como réplicas exactas”.

Los resultados obtenidos en el presente estudio se adaptan bien a lo anterior, coincidiendo exactamente con la secuencia aludida.

En términos absolutos, los resultados obtenidos en nuestro caso son además muy parecidos a los obtenidos en los restantes estudios, a excepción hecha del trabajo de Treagust *et al.* (2002), en el que los valores resultantes fueron manifiestamente más bajos. Por tanto, inesperadamente, los profesores de secundaria en formación inicial de este estudio mantuvieron nociones muy parecidas sobre la naturaleza de los modelos a las que poseen maestros de primaria en formación inicial o alumnos de secundaria. Ello puede ser atribuido a dos razones: a) o bien que los titulados en carreras de ciencias poseen visiones no muy distintas a los de los otros colectivos, b) o bien que el cuestionario aquí empleado mantiene niveles de demanda más exigentes, por lo que sus resultados no serían del todo comparables con los del SUMS.

Finalmente, al objeto de analizar la unidad de constructo del cuestionario en su conjunto, llevamos a cabo un análisis de correlación entre las distintas subescalas. Los valores de correlación obtenidos no son muy altos, pero muestran correlaciones estadísticamente significativas en 8 de los 10 datos comparados ($p < 0,05$), lo que sugiere una cierta unidad de constructo entre las distintas subescalas consideradas. La subescala “Los modelos como no réplicas exactas”, parecía la menos cohesionada de todas con el resto, superando los límites de significación estadística en solo dos de las cuatro comparaciones con las restantes dimensiones. Por tanto, aunque existe cierta unidad, cada subescala muestra su propia idiosincrasia.

CONCLUSIONES

El estudio que aquí mostramos contribuye al proceso de construcción y validación de un cuestionario para evaluar las visiones acerca de la naturaleza de los modelos. El cuestionario, con ligeras modificaciones, ha superado un proceso de evaluación por jueces expertos, arroja datos de fiabilidad adecuados, tanto globalmente como a través de las distintas subescalas de las que consta, muestra una secuencia de dificultad de las diferentes subescalas, que es coincidente con la obtenida en otros estudios, y evidencia una cierta unidad de constructo, lo que se demuestra a través de la red interna de correlaciones entre subescalas.

Los resultados obtenidos muestran puntuaciones medias bajas en algunas de las subescalas, respecto a las que cabría esperar para titulados en carreras de ciencias, aspirantes a futuros profesores. Los resultados que aportan el cuestionario empleado no difieren en esencia de los obtenidos para muestras de otras poblaciones en otros estudios. Ello sugiere la presencia de deficiencias apreciables en determinados aspectos de la naturaleza de los modelos. Particularmente, se detectan carencias en dimensiones como la de entender los modelos no como réplicas exactas, saber interpretarlos como representaciones múltiples, o también la relativa a la comprensión sobre en qué consiste un modelo. Estos resultados tienen un carácter general sin apreciarse diferencias significativas en función del sexo y la especialidad cursada por los estudiantes en el Máster.

Por otra parte, los resultados obtenidos en este estudio y en otros similares realizados con el SUMS parecen vislumbrar una secuencia en la comprensión en la naturaleza de los modelos. En esta secuencia algunas de las dimensiones muestran un menor grado de dificultad que otras, de tal forma que la naturaleza cambiante de los modelos aparece como el aspecto más fácil para los estudiantes de diversos niveles educativos mientras que, por el contrario, los modelos no como réplicas exactas, se revelaría como el más difícil.

Los resultados obtenidos muestran también, la necesidad de hacer un tratamiento explícito de la naturaleza de los modelos en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria, a la vez que se va introduciendo el trabajo de los modelos y la modelización en las clases de ciencias. Con especial atención a aquellos aspectos de la naturaleza de los modelos en los que aparecen más dificultades de comprensión.

El estudio presentado necesita ser ampliado en diversas vertientes, por un lado, aumentando la muestra de participantes para validar el instrumento utilizado. Por otro lado, analizando el impacto que los procesos de formación del profesorado de ciencias (Grados en Maestros y en el Máster en Profesorado) puedan tener en la comprensión en la naturaleza de los modelos.

BIBLIOGRAFÍA

Cheng, M.F., y Lin, J.L. (2015). Investigating the relationship between students' views of scientific models and their development of models. *International Journal of Science Education*, 37(15), 2453-2475.

Chittleborough, G., Treagust, D.F., Mamiala, T.L., y Mocerino, M. (2005). Students' perceptions of the role of models in the process of science and in the process of learning. *Research in Science & Technological Education*, 23(2), 195-212.

Everett, S.A., Otto, C.A., y Luera, G.L. (2009). Preservice elementary teachers' growth in knowledge of models in a science Capstone course. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 1201-1225.

Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., y Smith, C. S. (1991). Understanding models and their use in science conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 799-822.

Marín, N., y Benarroch, A. (2009). Desarrollo, validación y evaluación de un cuestionario de opciones múltiples para identificar y caracterizar las visiones sobre la naturaleza de la ciencia de profesores en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 89-108.

Muñoz-Campos, V., Cañero-Arias, J., Oliva-Martínez, J.M^a., Blanco-López, A., y Franco-Mariscal, A.J. (2016). Assessment of teacher training students' understanding of the nature of the models. En J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto y K. Hahl (Eds.), *Science Education Research: Engaging learners for a sustainable future*. Helsinki: ESERA.

National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Committee on a conceptual framework for new K-12 Science Education Standards. Board on science education, Division of behavioral and social sciences and education. Washington, DC: The National Academies Press.

Oliva, J.M., Aragón, M.M., y Cuesta, J. (2015). The competence of modelling in learning chemical change: a study with secondary school students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 751-791.

Oh, S.P., y Oh, S.J. (2011). What Teachers of Science Need to Know about Models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130.

Treagust, D.F., Chittleborough, G., y Mamiala, T.L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.

Van Driel, J. H., y Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141-1153.

Van Driel, J.H., y Verloop, N. (2002). Experienced teachers' knowledge of teaching and learning of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1141-1154.

Wei, S., Liu, X., y Jia, Y. (2014). Using Rasch measurement to validate the instrument of students' understanding of models in science (SUMS). *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12, 1067-1082.

Ideas del alumnado universitario sobre la vacunación

Maguregi, G., Uskola, A., Burgoa, B.

*Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales.
Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea-UPV/EHU*

gurutze.maguregi@uhu.eus

RESUMEN

En esta comunicación se presentan los resultados de una investigación realizada con alumnado universitario sobre una controversia sociocientífica. Se ha diseñado una secuencia didáctica sobre la vacunación con el objetivo de profundizar en el conocimiento sobre el sistema inmunitario y promover la utilización de justificaciones en la toma de decisión. Se han analizado las ideas iniciales sobre las ventajas e inconvenientes a la vacunación, su postura frente a ella y las justificaciones que emiten. El alumnado tiene en cuenta las ventajas de la vacunación a nivel personal y de salud pública y los posibles efectos secundarios como desventajas. Se muestran mayoritariamente a favor y justifican su decisión en base a las ventajas apuntadas, y señalan en menor medida las desventajas. Existe cierta confusión en cuanto a los efectos que pueden causar al organismo, como debilitar el sistema inmunológico o curar enfermedades.

Palabras clave

argumentación, alumnado universitario, controversias sociocientíficas, vacunación

INTRODUCCIÓN

Diversos informes internacionales como el Informe Rocard (Rocard *et al.*, 2007) y el Informe Nuffield (Osborne y Dillon, 2008), así como el Informe Enciende (COSCE, 2011) de carácter estatal, analizan la situación de la enseñanza de las ciencias y la falta de interés entre la juventud por los estudios científicos. Entre las conclusiones a las que llegan están que la disminución del interés es debida, entre otras causas, a la manera en cómo se enseñan las ciencias en los centros de primaria y secundaria.

Entre las reflexiones y recomendaciones que se mencionan en los citados informes cabe destacar que abogan por que la enseñanza de las ciencias incluya actividades y tareas que demanden del alumnado la aplicación de los conocimientos, de manera que se trabajen capacidades científicas como identificación de cuestiones, explicación de fenómenos y utilización de pruebas, ya que las competencias se desarrollan practicándolas. Además, proponen que se establezca una conexión de los contenidos que se enseñan en el curriculum de ciencias con la vida real, con el contexto social, para ser percibidos por el alumnado como relevantes para su vida (tareas auténticas). Teniendo en cuenta estas recomendaciones, la formación del profesorado de ciencias debe incluir este tipo de tareas, para que ese enfoque metodológico sirva de modelo en sus futuras clases de ciencias.

Este trabajo se ha realizado con el alumnado del Grado de Educación Primaria, futuro profesorado, a través de una secuencia de actividades que les plantea una situación cotidiana sobre la que se deben tomar decisiones, la vacunación, y tienen que tratar de dar una explicación a razonada de la postura a adoptar ante dicha situación.

LAS CONTROVERSIAS SOCIOCIENTÍFICAS EN EL AULA

La noción de controversias sociocientíficas se introdujo como una forma de describir los dilemas o cuestiones sociales, relacionados o basados en cuestiones o nociones científicas (Sadler y Zeidler, 2005).

Se trata de temas controvertidos y actuales, sobre los que hay discrepancia entre la comunidad científica, la opinión pública, la administración, las empresas e incluso entre el alumnado de nuestras aulas y que tienen en cuenta muchos aspectos y disciplinas, que incluyen la dimensión social, la dimensión ética, la dimensión política y la dimensión ambiental (Jiménez-Aleixandre, 2010). Una característica de las controversias científicas es que son temas que tienen relevancia para la vida de las personas.

En los últimos años se han introducido las controversias sociocientíficas en las aulas, de manera que al alumnado se le plantean situaciones controvertidas y debe posicionarse ante ellas o tomar decisiones. Esta toma de postura debe ser justificada y argumentada.

Las controversias sociocientíficas contribuyen a aplicar conocimiento, a seleccionar e interpretar datos, es decir, a aprender conocimientos *de* ciencia favoreciendo la alfabetización científica del alumnado (Albe, 2008).

Así mismo, ofrecen un contexto apropiado para desarrollar el pensamiento crítico y a aprender *sobre* la ciencia, es decir, sobre las dimensiones del trabajo científico, la argumentación y el desarrollo de las prácticas científicas (Simonneaux y Simonneaux, 2009; Uskola, Maguregi y Jiménez-Aleixandre, 2011).

Estas finalidades están en consonancia con los objetivos de la enseñanza de las ciencias (Hodson, 2014): aprender ciencias y aprender a hacer ciencias. Es decir, no sólo se aprenden contenidos científicos sino que éstos se aprenden haciendo ciencia, realizando estrategias propias de la ciencia, como el diálogo, la argumentación, entendidos como prácticas científicas.

Se han realizado numerosas investigaciones sobre diferentes controversias sociocientíficas, relacionadas con temas muy diversos: biotecnología, medio ambiente y salud y transmisión de enfermedades, astronomía, biología y nanotecnología (Díaz y Jiménez-Liso, 2012).

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Teniendo en cuenta el marco teórico presentado, se ha diseñado una secuencia didáctica basada en una controversia científica sobre la vacunación con la finalidad de que el alumnado maneje los conocimientos científicos relacionados con el sistema inmunológico para tomar una decisión argumentada ante esta situación. Tal como indican Domènech, Márquez, Roca y Marbà (2015), es de gran relevancia que el alumnado utilice el conocimiento científico para justificar sus decisiones y para adoptar y promover comportamientos saludables.

En esta comunicación se presentan las conclusiones obtenidas del análisis de las ideas iniciales del alumnado sobre las ventajas e inconvenientes de la vacunación, si están a favor de la vacunación y cuáles son las justificaciones que tienen en cuenta para adoptar la decisión.

Por tanto, los objetivos que se plantean en este trabajo son:

- Conocer qué ventajas e inconvenientes plantean sobre la vacunación

- Analizar cuál es la posición del alumnado respecto a la vacunación y sus justificaciones para argumentar su toma de postura, tanto a nivel individual como grupal.

METODOLOGÍA

Se ha diseñado una secuenciación didáctica, de cuatro sesiones, en torno a la vacunación. Esta secuencia se ha implementado en dos clases de cuarto curso de Educación Primaria, una de ellas de 18 estudiantes (7 chicas y 11 chicos) y otra de 40 estudiantes (34 chicas y 6 chicos).

Durante la primera sesión se pasó al alumnado un cuestionario inicial individual con preguntas de carácter conceptual, sobre el funcionamiento del sistema inmunitario y de las vacunas, y otras sobre las ventajas e inconvenientes de la vacunación, su postura ante ella. Una vez contestado el cuestionario individual se procedió a formar pequeños grupos de 4 ó 5 personas, hasta un total de 13 grupos, cuatro en la clase pequeña (desde G1 a G4) y nueve en la clase grande (desde G5 a G13), para discutir sobre su posición ante la vacunación. La discusión en estos grupos fue grabada en audio. Cada grupo tenía que entregar por escrito la decisión adoptada y los motivos tenidos en cuenta para adoptarla.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta comunicación se presentan los resultados relativos a dos preguntas del cuestionario individual inicial y a una de las preguntas del cuestionario grupal inicial.

¿Cuáles son las ventajas y las desventajas de la vacunación?

Esta pregunta corresponde al cuestionario escrito individual. Para su análisis, en primer lugar, se han establecido categorías (ver Tabla 1) teniendo en cuenta las respuestas proporcionadas.

El alumnado plantea un promedio de 1,24 ventajas de la vacunación y un promedio de 1,21 desventajas o inconvenientes de la vacunación.

En cuanto a las ventajas, mencionan las relacionadas con la salud individual (SI), sobre todo como medida para evitar enfermedades e inmunizarse (SI1) y también porque con la vacunación se producen anticuerpos (SI2). Otras aluden a aspectos vinculados con la salud pública (SP): para evitar contagiar a otras personas (SP1) o favorecer la desaparición de las enfermedades (SP2). Sin embargo, también consideran que las vacunas curan enfermedades, respuesta incorrecta desde el punto de vista científico (SP0).

Es destacable que, mayoritariamente, mencionan las ventajas relacionadas con la salud individual, frente a la consideración de mejora en la salud pública. Esto indica una menor interiorización de lo que suponen las vacunas para la desaparición de enfermedades que afectan de manera generalizada.

Respecto a las desventajas, de forma mayoritaria aluden a los efectos secundarios. Además, responden como inconveniente que no son productos naturales (NN) y también ponen en duda su eficacia (EV). Un número reducido de estudiantes apunta la falta de información sobre las vacunas (FI) y los intereses económicos de la industria farmacéutica que puede haber detrás de las campañas de vacunación (IE). En este apartado de desventajas cinco estudiantes consideran que las vacunas debilitan el sistema inmunológico o que la vacunación hace que el cuerpo se acostumbre, respuestas incorrectas desde el punto de vista científico (ES0).

	CÓDIGO			A favor N=50		En contra N=2	
		VENT N=58	DESV. N=58	JUST.	OTRO	JUST.	OTRO
PROMEDIO		1.24	1.21	1.44	0.27	1.00	0.5
Salud individual. Calidad de vida	SI			9			
Evitar enfermedades	SI1	37		32			1
Inmunizarse/ Producir anticuerpos	SI2	25		7			
Curar enfermedades (incorrecta)	SI0	2		1			
Salud pública	SP						
Contagiar a otra persona	SP1	5		4			
Desaparecer las enfermedades	SP2	3		7			
Avances científicos	AC			3			
Recomendación de personas expertas	RE			1			
Eficacia de las vacunas	EV		8	2	3		
Pruebas científicas	PC			2			
No son naturales	NN		10		2		
Efectos secundarios	ES		13		1		
Sentirse enfermo	ES1		15	1	1		
Producir reacciones	ES2		12				
Debilitar el sistema inmunológico (incorrecta)	ES0		5		1		
Falta de información	FI		3		1		
Seguridad de las vacunas	SV		1	1	1		
Intereses económicos	IE		2			2	
Decisión personal	DP						

Tabla 1: Categorías de ventajas y desventajas a la vacunación y postura individual ante la vacunación

¿Está el alumnado a favor de la vacunación o en contra?, ¿cuáles son los motivos para adoptar su postura?

En este caso se analizan, por un lado, las respuestas individuales y, por otro lado, la decisión grupal que adoptan. En estas preguntas se ha utilizado también la categorización manejada en la pregunta anterior para analizar las justificaciones que proporcionan.

En cuanto a las respuestas individuales, 50 estudiantes se manifiestan partidarios de la vacunación, frente a dos estudiantes que se posicionan en contra. Hay tres estudiantes que no se posicionan y tres que no responden a la pregunta (ver Tabla 1).

El alumnado a favor de la vacunación maneja un promedio de 1,44 justificaciones relacionadas con las ventajas y además, plantea un promedio de 0,27 desventajas de la propia opción.

La mayoría de las ventajas están relacionadas con la salud personal y también con la salud pública. Pero en esta pregunta amplían el número de ventajas que encuentran en la vacunación respecto a la anterior pregunta, incluyendo la consideración de ser un avance

científico, su eficacia y que esta eficacia está probada científicamente, y que están recomendadas por personas expertas. Además, a pesar de estar a favor tienen en cuenta algunas desventajas, como los efectos secundarios y la seguridad de las vacunas. Sin embargo, no han tenido en cuenta todas las desventajas apuntadas en la pregunta anterior. Esto es algo que suele suceder cuando se defiende una postura, que se tienen casi exclusivamente las ventajas de la propia opción.

Los dos estudiantes que se muestran contrarios a la vacunación lo justifican aludiendo a los intereses económicos de las industrias farmacéuticas. Sin embargo, sólo uno de ellos tiene en cuenta las ventajas personales de la vacunación.

Respecto a la postura en los grupos (ver Tabla 2), nueve están a favor de la vacunación, uno sólo hasta una determinada edad (G11) y tres no se posicionan (G3, G5 y G7). Esta decisión se toma después de que en cada grupo el alumnado haya presentado su postura individual y la haya discutido con sus compañeras y compañeros del grupo.

El grupo G11 no justifica su opinión de que las vacunas deberían suministrarse hasta una determinada edad ni mencionando ventajas ni inconvenientes, aunque sus componentes en el cuestionario individual se habían posicionado a favor y habían justificado su postura.

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13
BaCH. CT		1♀			*1♂	2♀ 1♂	1♂	2♀	2♀ 1♂	*1♂		1♀	
POSTURA													
SI													
SI1													
SI2													
SI0													
SP1													
SP2													
AC													
RE													
EV													
PC													
NN													
ES													
ES1													
ES2													
ESO					*					*			
FI													
SV													
IE													
DP													







	A favor de la vacunación
	No se posicionan respecto a la vacunación
	A favor de la vacunación hasta una determinada edad
	Justificación correcta desde el punto de vista científico
	Justificación incorrecta desde el punto de vista científico
	Justificación incorrecta desde el punto de vista científico aportada a nivel individual

Tabla 2: Justificaciones de los grupos sobre su postura ante la vacunación

De los nueve grupos que están a favor, cuatro (G8, G9, G12 y G13) lo justifican aludiendo sólo a las ventajas que suponen para la salud personal y la salud pública y dos grupos (G6 y G10) sólo mencionan las desventajas de la vacunación. Los otros tres grupos (G1, G2 y G4) argumentan su postura con una ventaja y con varios inconvenientes.

Dos grupos, aunque se han posicionado a favor, consideran que debe ser una decisión personal.

Se observa que a nivel grupal se utilizan un menor número de justificaciones que a nivel individual, tanto para considerar ventajas como inconvenientes. Parece que el alumnado no ha utilizado todas las justificaciones aportadas a nivel individual en el momento de tomar la postura grupal.

Es destacable, también, que en cinco grupos se emitan justificaciones que no son correctas desde el punto de vista científico: las vacunas curan enfermedades y debilitan el sistema inmunológico. En cada uno de estos grupos hay, por lo menos, un estudiante que ha cursado Bachillerato científico. Además, hay dos chicos que han cursado Bachillerato científico que habrían justificado su postura a nivel individual con argumentos incorrectos y estas mismas justificaciones se han recogido en la postura final del grupo.

CONCLUSIONES

Respecto a la controversia sociocientífica sobre la vacunación, ventajas e inconvenientes, el alumnado de forma mayoritaria responde con alusiones a los beneficios sobre su propia salud y también tiene en cuenta los posibles efectos secundarios que provocan algunas vacunas.

Sin embargo, que algunos estudiantes creen que las vacunas curan enfermedades, como ventaja, nos induce a pensar que en estos casos el alumnado confunde la función inmunitaria de las vacunas, con la función que tienen otros medicamentos como los antibióticos. Cuando plantean como desventaja que las vacunas debilitan el sistema inmunológico o que éste se acostumbra, muestran una cierta confusión respecto al funcionamiento del sistema inmunológico. Estos aspectos deberían ser tenidos en cuenta durante el desarrollo de la secuencia a la hora de la construcción del modelo sobre el sistema inmunológico del ser humano.

El que sólo diez estudiantes mencionen como ventaja de la vacunación la mejora de la salud pública indica que hay una comprensión limitada en el conjunto del alumnado sobre los beneficios de la protección sanitaria de la sociedad ante determinadas enfermedades infecciosas.

Una amplia mayoría del alumnado (88%) se muestra partidario de la vacunación y menciona ventajas relacionadas con el bienestar personal, el aumento de la protección sanitaria a nivel social y la eficacia del tratamiento ante las enfermedades, considerando las vacunas como uno de los avances científicos en materia de salud. Es de destacar, que son conscientes de las desventajas de la vacunación y mencionan, por un lado, los efectos secundarios que se pueden sufrir a nivel personal y, por otro, los intereses económicos de las industrias farmacéuticas.

En cuanto a la decisión de los grupos, en situaciones reales es difícil encontrar opciones que tengan sólo ventajas o sólo desventajas (Jiménez-Aleixandre, 2010). En este caso, seis de los grupos sólo han tenido en cuenta las ventajas o las desventajas para posicionarse, lo que manejan sólo los aspectos que apoyan la opción elegida (Kortland, 1996).

Por otro lado, que el alumnado tanto a nivel individual como a nivel grupal tenga en cuenta las desventajas de su opción nos indica mayor apertura de mente y una mayor capacidad para la toma de decisiones (Kortland, 1996).

Teniendo en cuenta que en los grupos que han argumentado con una respuesta científicamente incorrecta se encuentran estudiantes que han cursado bachillerato científico cabría preguntarse sobre la influencia de esta variable. Además, estos estudiantes son chicos por lo que se tendría que analizar también esta variable (Albe, 2008).

Ello hace necesario un análisis que pueda ayudar a interpretar cuál ha sido la dinámica interna en los grupos y las razones de que en la decisión final de los grupos no se reflejen todas las justificaciones que a nivel individual se han manejado. Para la realización de dicho análisis se tendrán en cuenta las grabaciones en audio de las discusiones de los grupos.

Además, el análisis de los cuestionarios realizados al final de la secuencia nos indicará la evolución del alumnado y nos permitirá comparar su situación inicial y final no sólo respecto a la argumentación y justificación de su postura sino también respecto al avance en su conocimiento sobre el funcionamiento del sistema inmunológico.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto “Las controversias sociocientíficas como vía para desarrollar prácticas científicas en la formación de maestras y maestros”, financiado por la UPV/EHU (EHU15/25).

BIBLIOGRAFÍA

Albe, V. (2008). When Scientific Knowledge, Daily Life Experience, Epistemological and Social Considerations Intersect: Students' Argumentation in Group Discussions on a Socio-Scientific Issue. *Research in Science Education*, 38, 67-90.

COSCE-Confederación de Sociedades Científicas de España (2011). *Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*. Madrid: COSCE. Último acceso el 2 de mayo de 2016, desde http://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIENDE.pdf.

Díaz, N. y Jiménez-Liso, R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9 (1), 54-70.

Domenech, A., Márquez, C., Roca, M. y Marbà, A. (2015). La medicalización de la sociedad, un contexto para promover el desarrollo y uso de conocimientos científicos sobre el cuerpo humano. *Enseñanza de las Ciencias*, 33 (1), 101-125.

Hodson, D. (2014). Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36 (15), 2534-2553.

Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

Kortland, K. (1996). An STS Case Study about Students' Decision Making on the Waste Issue. *Science Education*, 80 (6), 673-689.

Osborne, J. y Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. Londres: Nuffield Foundation.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. y Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission. Último acceso el 2 de mayo de 2016, desde http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

Sadler, T. D. y Zeidler, D. L. (2005). Patterns of Informal Reasoning in the Context of Socioscientific Decision Making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 112-138.

Simonneaux, L. y Simonneaux, J. (2009). Students' socio-scientific reasoning on controversies from the viewpoint of Education for Sustainable Development. *Cultural Studies in Science Education*, 4, 657-687.

Uskola, A., Maguregi, G. y Jiménez-Aleixandre, M.P. (2011). Proceso de toma de decisión y dinámicas sociales de grupos de estudiantes universitarios en la discusión sobre un problema sociocientífico abierto. *Revista de Psicodidáctica*, 16 (1), 123-144.

Elaboración y validación de un Modelo de Conocimiento con mapas conceptuales para el estudio de la Materia en 4º de primaria

Mateos, M., Martínez, G., Naranjo, F. L.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Extremadura.

mmarbor@unex.es

RESUMEN

Se presenta un análisis comparativo entre dos metodologías de enseñanza/aprendizaje para el estudio de la Materia en 4º de Educación Primaria. La muestra ha estado formada por 78 alumnos de entre 9 y 10 años de edad. Los alumnos se han dividido en 2 grupos, uno ha actuado como grupo de control (metodología tradicional) y otro ha actuado como grupo experimental (metodología basada en mapas conceptuales). Se ha comparado el aprendizaje de cada uno de los grupos en función de la metodología didáctica empleada. Los resultados muestran la eficacia de la metodología didáctica utilizada en el grupo experimental frente a la utilizada en el grupo de control. Los alumnos del grupo de control no recuerdan a largo plazo los contenidos enseñados de forma tradicional, lo que parece estar relacionado con un aprendizaje más memorístico. En cambio, los alumnos del grupo experimental tuvieron un aprendizaje más significativo de los contenidos.

Palabras clave

Enseñanza de la ciencia, materia, mapas conceptuales, modelo de conocimiento

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias en la educación primaria tiene un gran valor tanto didáctico como social, ya que ayuda a los alumnos a alcanzar una mayor madurez intelectual. De entre las diferentes metodologías para la enseñanza de las ciencias en muchos centros escolares se sigue optando por una enseñanza tradicional. Esta enseñanza tradicional está centrada principalmente en la adquisición de contenidos, siendo estos requeridos al alumnado en la mayoría de los casos de forma memorística, sin asegurarnos de que haya una adecuada construcción del conocimiento. Debido a esto, los currículos escolares y la mayoría de los libros de texto utilizados en la escuela se han basado en el contenido conceptual. Este aspecto constituye una de las más graves carencias de la formación en ciencias (Campanario, 1996; Lenox, 1985) puesto que, los estudiantes tienen poco margen para pensar y estructurar con claridad ciertos conocimientos siendo estos requeridos de forma memorística sin haber un adecuado desarrollo del pensamiento teórico. Furió y Guisasaola (1999) indican que para el aprendizaje de conceptos científicos es necesario aplicar metodologías que se alejen del aprendizaje memorístico. Según Torres (2010), la forma tradicional de enseñar ciencia es como un conjunto de hechos que el libro de texto contiene y que el alumno supuestamente tiene que memorizar para poder contestar las preguntas exigidas en los exámenes. Por este motivo, uno de los problemas de la enseñanza tradicional radica en que, dada la importancia que se le ha asignado al contenido, se ha fomentado un aprendizaje memorístico de conocimientos. No se comprueba si el alumno es capaz de aplicar estos contenidos, por ejemplo en situaciones

de su vida cotidiana, o de relacionar los fenómenos físicos explicados con lo observable en su entorno. Esto puede llegar a ser preocupante, ya que si el aprendizaje es memorístico es muy probable que el alumno olvide con el tiempo aquello que se le ha enseñado mediante una metodología tradicional. En el aprendizaje memorístico, no se suelen integrar los nuevos conocimientos con el conocimiento existente lo cual conlleva dos consecuencias negativas: primero, el conocimiento aprendido de memoria tiende a olvidarse rápidamente, a menos que sea bastante repetido o ensayado y en segundo lugar, la estructura de conocimiento o estructura cognitiva del alumno no es mejorada o modificada para aclarar ideas erróneas. Por tanto, los errores de concepto persistirán, y el potencial del conocimiento aprendido para uso en aprendizajes futuros o su aplicación para la resolución de problemas es poco o nulo (Novak, 2002).

Debido a esto, una de las metodologías de enseñanza de nuestro grupo de investigación es la utilización de herramientas didácticas que potencien un aprendizaje significativo y duradero en nuestros alumnos, como son los mapas conceptuales. Para que el aprendizaje se considere un aprendizaje a largo plazo, tiene que ser un aprendizaje significativo. Desde hace unos años la teoría del aprendizaje significativo (Ausubel, 1968) es considerada como la más adecuada para adquirir y mantener conocimientos a lo largo del tiempo, resultando de utilidad para mejorar el aprendizaje escolar (González y Novak, 1996). Para Coll (1990), el aprendizaje significativo está relacionado con el proceso de construcción de significados.

Una de las principales herramientas didácticas cognitivas que ayudan a construir significados de los conceptos científicos son los mapas conceptuales (Novak y Gowin, 1984). Un mapa conceptual consiste en representar de forma esquematizada y jerarquizada los conceptos principales de un tema con el fin de organizar los conocimientos que se poseen de dicho tema y mostrar las relaciones semánticas entre los conceptos implicados. Los mapas conceptuales sirven por tanto para organizar los conocimientos que situamos en la memoria a largo plazo y a la vez, tienen la función de un andamiaje mental para ensamblar las informaciones aisladas en nuestra memoria funcional (Lara y Lara, 2004).

En base a las aportaciones de Novak, se han llevado a cabo investigaciones que han mostrado que los mapas conceptuales son unos instrumentos muy eficaces para captar el conocimiento de un experto mediante la elaboración de "Modelos de Conocimiento" basados en mapas conceptuales (Cañas et al., 2000; Nesbit y Olusola, 2006; Novak, 1998). En la misma línea, autores como Martínez et al. (2013) han realizado un estudio sobre la efectividad didáctica de los mapas conceptuales y de los modelos de conocimiento para el aprendizaje de conceptos de física en alumnos de ingeniería. Así mismo, es importante destacar la utilidad que, según algunos autores como Ontoria et al. (2003), le pueden dar los maestros a los mapas conceptuales. Por ejemplo, determinadas investigaciones los utilizan como organizador previo de los contenidos de un tema, o como diagnóstico previo del grado de organización de los conocimientos que poseen los alumnos, antes de iniciar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la temática seleccionada. Así, los alumnos toman conciencia de lo que saben previamente a la enseñanza de la nueva unidad didáctica. Existen diversos estudios sobre el uso de los mapas conceptuales en todos los ámbitos académicos, tanto en Primaria como en Secundaria (Fraser y Edwards, 1985; Horton et al., 1993; Martínez et al., 2015). Sin embargo, en esta investigación los vamos a utilizar como recurso didáctico en la metodología que pretendemos comparar con la enseñanza tradicional, con el fin de determinar experimentalmente la utilidad didáctica para un aprendizaje significativo y a largo plazo de las ciencias en la educación primaria.

METODOLOGÍA

Objetivos

En este trabajo se ha pretendido comprobar si el método de enseñanza tradicional es suficiente para la adquisición de conocimientos científicos en la etapa de primaria o bien, si es necesario ampliar este método aplicando otras estrategias de enseñanza como son los Modelos de Conocimiento elaborados con mapas conceptuales. El objetivo general planteado ha sido:

- Objetivo General: (OG) Mejorar la adquisición de la competencia científica en el aula de Primaria mediante la utilización de un modelo de conocimiento elaborado con mapas conceptuales.

Para la consecución de este objetivo, se ha desglosado en los siguientes objetivos específicos:

- Objetivo específico 1 (OE.1): Conocer las ideas previas de los alumnos con respecto al bloque de contenidos de “La Materia”.
- Objetivo específico 2 (OE.2): Diseñar una intervención didáctica basada en la utilización de mapas conceptuales para impartir el tema de “La Materia” en el aula de 4º de Primaria.
- Objetivo específico 3 (OE.3): Comparar, desde un punto de vista didáctico, una metodología de enseñanza tradicional frente a una metodología basada en la impartición de contenidos mediante un modelo de conocimiento.

Hipótesis

En base a los objetivos propuestos se han formulado las siguientes hipótesis:

- Hipótesis 1 (H1): Existen ideas previas erróneas y poco conocimiento inicial respecto al tema de “La Materia” en los alumnos de 4º de Primaria.
- Hipótesis 2 (H2): Existen diferencias estadísticamente significativas entre la metodología tradicional frente a la metodología experimental basada en realizar una intervención didáctica con un modelo de conocimiento con mapas conceptuales.

Muestra

Para el diseño experimental se ha elegido aleatoriamente un centro escolar de la Comunidad de Extremadura. Se ha escogido el curso 4º de Primaria (9-10 años) para realizar un estudio comparativo entre dos metodologías de enseñanza. Dicho curso estaba formado por 78 alumnos separado en 4 grupos naturales de trabajo. Dos de estos grupos han actuado como grupo de control (G.C.) y los otros dos como grupo experimental (G.E.). Tanto el alumnado como el profesorado elegido para la investigación se prestaron de forma voluntaria a participar en esta experiencia.

Diseño de la Experiencia

En el G.C. se ha seguido una metodología de enseñanza tradicional llevada a cabo por sus maestros. Los recursos utilizados en el aula han sido sus respectivos libros de texto y las fichas complementarias y de refuerzo. En el G.E. se ha utilizado como metodología didáctica una enseñanza basada en la elaboración de un Modelo de Conocimiento. Este modelo estaba formado por diversos mapas conceptuales entrelazados y realizados con el software CmapTools para poder anexarles recursos interactivos. Tanto con el G.C. como

con el G.E. se ha utilizado en mismo tiempo para la impartición de los contenidos seleccionados.

A la hora de diseñar una intervención didáctica basada en la elaboración de mapas conceptuales en el aula se ha tenido en cuenta el nivel curricular del alumnado. El tema elegido pertenece al bloque de “La Materia” del área de Conocimiento del Medio de 4º de Educación Primaria. Los alumnos de esta edad ya debían estar familiarizados con algunos de los conceptos implicados en este tema, como por ejemplo, los estados en los que se presenta en la naturaleza la materia o alguna de las propiedades. Se escogió esta unidad por ser un tema que aparece a diario en nuestras vidas y se pensó en cómo se podía adquirir el concepto de forma que se mantuviera en el tiempo, para que el aprendizaje fuese a largo plazo y significativo. Por este motivo se decidió trabajar en el G.E. con mapas conceptuales. En principio no parece un tema excesivamente complejo ni difícil para desarrollar en el aula, sin embargo, se observó que muchos alumnos desconocían el concepto o bien les resultaba difícil de explicar otros conceptos relacionados como son los cambios que experimenta la materia.

Instrumentos de medida

Se han utilizado tres cuestionarios que fueron respondidos por la totalidad de los alumnos implicados en este trabajo. Los cuestionarios elaborados fueron:

- Cuestionario Inicial (C.I.): Se diseñó con 9 cuestiones con el objetivo de detectar cuáles eran los conocimientos iniciales que poseían los alumnos sobre el tema seleccionado. Se pasó al inicio del curso, antes de comenzar con la impartición de los contenidos. Los resultados de este cuestionario se usaron como punto de partida para la elaboración del material didáctico que se utilizaría en el estudio del tema elegido.
- Cuestionario de Evaluación Final I (C.E.F.I): Fue diseñado para comprobar la eficacia de la metodología didáctica utilizada en cada grupo. Estaba formado por 10 preguntas relacionadas con la temática impartida en los dos grupos. Se pasó al alumnado a modo de examen de evaluación final con el objetivo de conocer el grado de adquisición de los contenidos explicados en función de la metodología utilizada en el aula.
- Cuestionario de Evaluación Final II (C.E.F.II): Estaba formado por 9 preguntas referidas a los mismos contenidos que los cuestionarios anteriores. Se pasó al alumnado de todos los grupos 7 meses después del Cuestionario de Evaluación Final I. El objetivo era verificar si el alumnado recordaba los contenidos explicados y si había hecho un aprendizaje significativo de los mismos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos de todos los alumnos en el cuestionario inicial que se pasó al inicio del curso revelaron una falta inicial de conocimiento respecto al tema de la materia. Esto nos permitió establecer un punto de partida común en los cuatro grupos de trabajo y seleccionar aleatoriamente dos de ellos para conformar el grupo de control y los otros dos para constituir el grupo experimental. Aproximadamente el 90 % de los alumnos no sabían qué responder en el cuestionario inicial, desconocían los conceptos y tenían ideas erróneas sobre los mismos. Estos resultados nos permiten aceptar la hipótesis 1 planteada. H1: Existen ideas previas erróneas y poco conocimiento inicial respecto al tema de “La Materia” en los alumnos de 4º de Primaria.

Tras llevar a cabo la explicación de los contenidos seleccionados en los dos grupos (G.C. y C.E.), cada uno con una metodología diferente (tradicional o basada en mapas conceptuales), se utilizó el Cuestionario de Evaluación Final I. En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos en dicho cuestionario (C.E.F.I), que fue pasado a los alumnos en el mes de diciembre de 2014, tras finalizar la impartición de los contenidos tanto en el grupo de control como en el grupo experimental.

Cuestionario de evaluación final I (Diciembre 2014)	Nº de alumnos	Media	Error estándar de la media	Desviación estándar
Grupo de Control (G.C.)	N = 37	6,73	0,44	2,72
Grupo Experimental (G.E.)	N = 41	7,59	0,30	1,92

Tabla 1. Media, desviación típica y error típico de la media para los grupos de control y experimental.

En la Tabla 1 se observa que ambos grupos obtienen una buena calificación en el examen realizado. Esto parece indicar que ambas metodologías han sido eficaces para el aprendizaje del alumno. Sin embargo, se muestra una pequeña diferencia de 0.86 puntos sobre 10 entre los grupos. Para comprobar si esta diferencia es estadísticamente significativa (sig. <0,05), se realizó la prueba t de Student. Los resultados se indican en la Tabla 2. La significatividad obtenida ha sido de 0,106, por lo que podemos afirmar que “No existen diferencias estadísticamente significativas en el resultados obtenidos en el examen de evaluación final I entre el grupo de control y el grupo experimental”

Prueba T para la igualdad de medias						
t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
1,635	76	0,106	0,866	0,530	-0,189	1,922

Tabla 2: Prueba T para la igualdad de medias en el Cuestionario de evaluación final I

Para verificar si el alumnado mantiene los conceptos aprendidos con el paso del tiempo, al finalizar el curso escolar se les pidió que completases otro cuestionario de evaluación (CEFII). En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos en el cuestionario de evaluación final II, pasado en junio de 2015. Se presenta la media, desviación típica y error típico de la media para los grupos de control y experimental. Podemos apreciar que el GC obtiene una calificación muy baja en este cuestionario mientras que en GE sigue manteniendo una buena calificación media en el examen.

Cuestionario de evaluación final II (Junio de 2015)	Nº de alumnos	Media	Error estándar de la media	Desviación estándar
Grupo de Control (G.C.)	N = 37	2,5351	0,31	1,91
Grupo Experimental (G.E.)	N = 41	6,2122	0,34	2,19

Tabla 3. Media, desviación típica y error típico de la media para los grupos de control y experimental.

En la Tabla 3 se aprecia que existe una diferencia de 3,67 sobre 10 entre las puntuaciones de ambos grupos a favor del grupo experimental. Para comprobar si esta diferencia es estadísticamente significativa (sig. < 0,05), se realizó la prueba t de Student. Los resultados se muestran en la Tabla 4. La significatividad obtenida ha sido mucho menor

que 0,05, por lo que podemos afirmar que si existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados obtenidos en el cuestionario de evaluación final II entre el grupo de control y el grupo experimental.

t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
-7,840	76	0,000	-3,677	0,469	-4,611	-2,742

Tabla 4. Prueba T para la igualdad de medias en el Cuestionario de evaluación final II

Estos resultados nos permiten aceptar la Hipótesis 2 (H2) planteada en esta investigación: Existen diferencias estadísticamente significativas entre la metodología tradicional frente a la metodología experimental basada en realizar una intervención didáctica con un modelo de conocimiento con mapas conceptuales.

Los resultados dejan patente que existe un olvido de los contenidos trabajados durante la metodología tradicional a lo largo del tiempo. Por ello, consideramos necesario reflexionar acerca del modo en el que se lleva a cabo la impartición de contenidos en muchos centros escolares, con el propósito de intentar potenciar el uso de metodologías innovadoras que resulten de gran utilidad para mantener en el tiempo parte de los contenidos explicados, creándose así un aprendizaje significativo en el alumnado. La Tabla 5 muestra un resumen del contraste de hipótesis realizado.

Hipótesis	Contraste
H1: Existen ideas previas erróneas y poco conocimiento inicial respecto al tema de "La Materia" en los alumnos de 4º de Primaria.	Se acepta
H2: Existen diferencias estadísticamente significativas entre la metodología tradicional frente a la metodología experimental basada en realizar una intervención didáctica con un modelo de conocimiento con mapas conceptuales.	Se acepta

Tabla 5. Contraste de Hipótesis

CONCLUSIONES

Los resultados anteriores nos indican que los alumnos del grupo experimental, que trabajaron con un modelo de conocimiento basado en mapas conceptuales, han asimilado los conocimientos de una forma satisfactoria, perdurando su aprendizaje a lo largo del tiempo. Sin embargo, los alumnos del grupo de control han olvidado con el paso del tiempo los contenidos aprendidos tras la metodología tradicional. Esto implica que el aprendizaje de contenidos mediante una metodología tradicional ha sido a corto plazo y probablemente memorístico. Consideramos que estos resultados constituyen una prueba de la validez didáctica de los mapas conceptuales a la hora de llevar a cabo intervenciones de enseñanza/aprendizaje de las ciencias en la etapa de la educación primaria.

Creemos que es necesario complementar aquellas metodologías de enseñanza que sólo se limitan a la simple aportación de contenidos utilizando siempre los mismos materiales, sin ser estos materiales reforzados con otras actividades u otros recursos metodológicos. Podríamos afirmar que uno de los motivos que dan lugar al olvido de los contenidos teóricos de ciencias es la forma de enseñarlos que tienen los docentes. Los alumnos tienden a caer en el olvido, por lo que es necesario que los modelos sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en las edades tempranas se centren adicionalmente en aspectos relacionados con la motivación y el interés hacia el área. Esto podría conseguirse

complementando estas metodologías tradicionales con actividades innovadoras y llamativas para los alumnos como son, por ejemplo los modelos de conocimientos elaborados con mapas conceptuales con recursos virtuales. De esta manera, es posible que se produzca un auténtico aprendizaje, es decir, un aprendizaje a largo plazo y que no se olvide fácilmente. Se debe conectar la estrategia didáctica del profesorado con las ideas previas del alumnado y presentar la información de manera coherente y estructurada, construyendo, de manera sólida, los conceptos, interconectando los unos con los otros en forma de modelos de conocimiento.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo de la Junta de Extremadura y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través de la Ayuda GR15009.

BIBLIOGRAFÍA

- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive viewpoint*. New York: Rinehart and Winston.
- Campanario, J.M. (1996). Using Citation Classics to study the incidence of serendipity in scientific discovery. *Scientometrics*, 37, 3-24.
- Cañas, A. J., Ford, K. M., Coffey, J., Reichherzer, T., Carff, R., Shamma, D., & Breedy, M. (2000). (2000). Herramientas para Construir y Compartir Modelos de Conocimiento basados en Mapas Conceptuales. *Revista de Informática Educativa*, 13(2), 145-158.
- Coll, C. (1990). *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Madrid: Paidós.
- Fraser, K. y Edwards, J. (1985). The Effects of Training in Concept Mapping on Student achievement in Traditional Classroom Tests. *Research in Science Education*, 15, 158-165.
- Furió, C. y Guisasola, J. (1999). Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 441-452
- González, F. M. y Novak, J. D. (1996). *Aprendizaje significativo. Técnicas y aplicaciones*. Madrid: Ediciones Pedagógicas.
- Horton, P. B., McConney, A. A., Gallo, M., Woods, A. L., Senn, G. J. y Hamelin, D. (1993). An investigation of the effectiveness of concept mapping as an instructional tool. *Science Education* 77, 95-111
- Lara, J. y Lara, L. (2004). Recursos para un aprendizaje significativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 22, 341-368.
- Lenox, R.S. (1985). Education for the serendipitous discovery. *Journal of Chemical Education*, 62, 283-285.
- Martínez, G., Pérez, Á. L., Suero, M. I. y Pardo, P. J. (2013). The effectiveness of concept maps in teaching physics concepts applied to engineering education: Experimental comparison of the amount of learning achieved with and without concept maps. *Journal of Science Education and Technology*, 22(2), 204-214.
- Martínez, G., Pérez, Á. L., Suero, M. I., Pardo, P. J. y Naranjo, F. L. (2015). Using concept maps to create reasoning models to teach thinking: An application for solving kinematics problems. *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal*, 7(1), 162-178.

- Nesbit, J. C. y Olusola, O. (2006). Learning With Concept and Knowledge Maps: A Meta-Analysis. *Review of educational research*, 76(3), 413-448.
- Novak, J. D. y Gowin, B. D. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Novak, J. D. (1998). *Learning, creating and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Novak, J. D. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or appropriate propositional hierarchies (liphs) leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86(4), 548-571.
- Ontoria, A., Sánchez, A., y Molina, A. (2003). Los mapas conceptuales, una técnica para mejorar las capacidades cognitivas y sociopersonales. *Revista de Ciencias de la Educación*, 194, 207-223.
- Torres, M.I. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Electrónica Educare*, 14(1), 131-142.

Desarrollo de la competencia científica a través de los ítems PISA según la confluencia entre habilidades y conocimientos procedimentales

Muñoz, J., Charro, E.

Departamento de didáctica de las ciencias experimentales. Universidad de Valladolid
javiermmweb@hotmail.com

RESUMEN

El desarrollo de habilidades científicas requiere de un razonamiento adecuado, el cual debe fundamentarse en un cuerpo de conocimientos tanto conceptuales como procedimentales y epistémicos de la ciencia. Sin embargo, actualmente, es habitual que en la práctica docente se sigan usando en el aula sólo conocimientos conceptuales, al margen de los otros dos mencionados, y desconectados de todo contexto que permita un verdadero desarrollo de la competencia científica. Para aunar estos conocimientos y favorecer la confluencia con sus habilidades en algunos contextos es necesario que el docente disponga de recursos. A partir de una extensa revisión bibliográfica se generó una base de ítems PISA. Cada uno fue caracterizado y categorizado a partir de la habilidad específica que evalúa, el contexto y el tipo de conocimiento que utiliza. En este trabajo, se presenta de manera preliminar, el análisis de algunos de los ítems PISA afín de poder ser utilizados por el docente como herramientas de aprendizaje en el aula.

Palabras clave

Ítems PISA; Competencia científica. Conocimientos procedimentales. Habilidades.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la competencia científica entre los alumnos de secundaria y bachillerato es una de las exigencias que presentan hoy en día muchos de los sistemas educativos de diferentes países. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos por proponer nuevos currículos encaminados a promover una adecuada alfabetización científica, la práctica docente no ha cambiado sustancialmente. De este modo, la mayoría de los docentes de ciencias siguen sumergidos en la práctica tradicional. Así, las clases de ciencias obedecen a una retórica transmisión de conocimientos sobre los conceptos de la ciencia y donde se acude siempre a cualidades cognitivas de primer orden, como son la reproducción, aplicación y comprensión del conocimiento, y se obvian otras que llevan a un razonamiento científico de orden superior como son la transferencia, la heurística y la argumentación. Por otro lado, la facilidad de evaluación de las cualidades cognitivas de primer orden frente a la complejidad que presentan las de orden superior, junto con el propio desconocimiento de cómo llevar a cabo estas últimas, dificulta que se produzca el cambio adecuado. Así, se hace necesario disponer de recursos que permitan orientar al docente al trabajo de la competencia científica en el aula.

Un razonamiento científico de orden superior implica una argumentación crítica a la luz de las pruebas disponibles en una estrecha coordinación entre los datos y las conclusiones (Bravo, Puig & Jiménez-Aleixandre, 2009), enriquecida por el análisis, la evaluación y la

síntesis de la información que lleve a los estudiantes a tomar las mejores decisiones en la solución de un problema propuesto. Por lo tanto razonar científicamente es en sí una competencia que requiere inicialmente un cuerpo de conocimientos que faciliten la práctica y permitan el desarrollo de habilidades científicas (Osborne, 2013), estos conocimientos no solo implica los contenidos de la ciencia como conceptos, hechos o teorías, sino también es necesario los conocimientos procedimentales sobre la propia ciencia (Gott, & Duggan, 1996), y los epistémicos que permiten entender por qué se requieren dichos procedimientos, justificando así la veracidad de las investigaciones (Duschl, 2007).

Estos conocimientos y habilidades han venido siendo el objetivo de evaluación de los ítems PISA (Programa Internacional para la Evaluación de Alumnos), proyecto a cargo de la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos), el cual se centra en evaluar a estudiantes de 15 años de más de 70 países del mundo, evaluación que inicio en el año 2000 y se ejecuta con una regularidad trianual. De tal manera, que a la fecha se han realizado 6 versiones de una prueba que tiene como objetivo, generar indicadores de rendimiento educativo, con el fin de definir y determinar políticas de largo alcance, a partir de las debilidades y fortalezas de los sistemas educativos de los países participantes, para poder mejorarlos. Esta evaluación ha movido las bases de los sistemas educativos de muchos países, y sus rankins han desencadenado una elevada controversia con respecto a la calidad de la educación que se tiene, y más aún se llega a cuestionar el trabajo que los docentes realizan.

Sin embargo, es muy poco lo que los docentes conocen sobre estas pruebas, y es necesario llegar a ellos a partir de investigaciones que pongan a su disposición los conocimientos teóricos de la prueba (Gil & Vilches, 2006). Además se deben incluir elementos prácticos, como lo son sus ítems, los cuales pueden servir como herramientas para el docente. Aunque estos ítems han sido fuertemente cuestionados con la justificación de no evaluar lo que proponen (Gallardo et al., 2010), no se puede obviar la finalidad para lo que fueron elaborados por expertos y evaluados mediante el rigor estadístico, la de evaluar la competencia científica en los estudiantes. Estos ítems utilizados adecuadamente pueden aportar valiosa información a la educación en ciencias, como en el caso de Suecia, Dinamarca y Finlandia, quienes a partir de los datos empíricos de algunos de estos ítems categorizaron el conocimiento científico de sus estudiantes y realizaron cambios en sus currículos que les ha permitido obtener mejores resultados (Jakobsson et al., 2013). Sin embargo solo se presentan un par de ítems como ejemplos de sus consideraciones y los demás son resultados generales del conjunto de los ítems, que aunque muy importantes, no dejan ver la esencia de cada uno de ellos.

Otros trabajos como los realizados por Crujeiras & Jiménez (2015), han aventurado en utilizar algunos ítems para medir el desarrollo de algunas competencias y los desempeños alcanzados por sus estudiantes, dando fe de su gran utilidad en el aula, o el trabajo de Monereo (2009), en donde se presenta una reflexión en los docentes al llevarlos a contrastar sus propias evaluaciones con la propuesta por PISA en busca de una mejora profesional. De esta manera estos ítems pueden ser utilizados como parte de una evaluación diagnóstica, de una unidad didáctica, como ejercicios a resolver y discutir en el aula, es decir como ejemplos y herramienta para el docente (Alcañiz, & Cervera, 2014). Sin embargo no basta con poner a disposición los ítems sino también presentar una descripción detallada de las características que presentan en torno al desarrollo de una habilidad específica y sus conocimientos necesarios a la luz de los constructos teóricos de los conocimientos y habilidades como se expone en la presente investigación.

METODOLOGÍA

Esta primera etapa de la investigación inicia con una revisión detallada de los marcos teóricos de PISA 2000 a 2015; en primer lugar con el fin de hacer un seguimiento a los procesos y competencias científicas propuestas, definiendo así los grupos de habilidades específicas comunes entre estos. En segundo lugar recopilar 50 unidades PISA de ciencias, que fueron el corpus de análisis para la categorización, de las cuales 13 unidades son de PISA 2000 y 2003, 27 unidades de PISA 2006 y 2009 y 10 unidades de PISA 2015. Cada unidad tiene un nombre específico y pueden contener de 1 a 6 ítems o preguntas, para un total de 157 ítems analizados, identificándose cada uno por el nombre de la unidad seguido del número que ocupa la pregunta o ítem dentro de la unidad. Seguidamente fueron clasificados según cada una de las tres competencias generales de ciencias propuestas por PISA y finalmente mediante el uso de análisis de contenido se categorizó cada ítem de acuerdo al grupo de habilidades específicas más comunes en los marcos teóricos y evaluadas en los ítems, describiendo los conocimientos necesarios para su solución. Es este trabajo se presentan 37 ítems correspondientes a la competencia *Evaluar y Diseñar la Investigación Científica*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A lo largo de las 6 versiones de evaluación ejecutadas, se encuentra que en PISA 2000 se presentaron 5 procesos científicos, los cuales fueron reorganizados en 3 grupos en PISA 2003 y que en las versiones siguientes pasaron a llamarse competencias. Sin embargo, algunas de las habilidades específicas que definen cada competencia se han mantenido en las 6 versiones y se ven reflejadas desde sus ítems. Finalmente PISA 2015 recoge todas estas habilidades específicas que habían venido definiendo las competencias en los antiguos marcos teóricos, y además suma habilidades más complejas que pueden evaluarse con ítems interactivos que simulan una investigación científica más estructurada. Por tal motivo los ítems de los anteriores marcos siguen siendo una herramienta esencial para introducir al estudiante a ámbitos cada vez más complejos. Por todo lo anterior se trabajaron los ítems PISA 2015, donde su estructura general responde a las dimensiones presentadas en la figura 1.

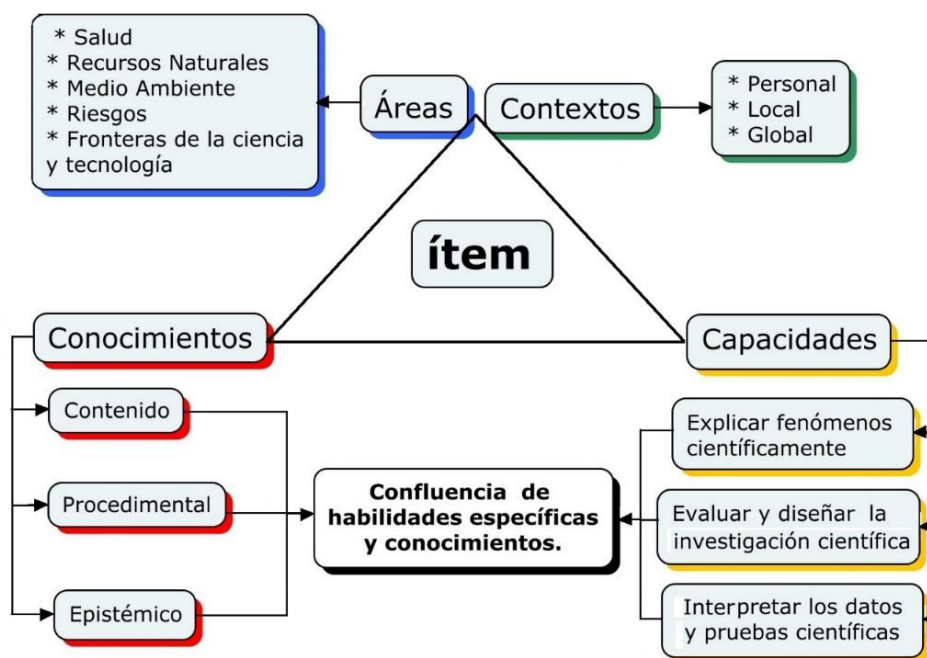


Figura 1: Estructura básica de las dimensiones evaluadas por los ítems

Cada ítem ha sido construido y probado estadísticamente para responder en mayor medida a una de las tres capacidades, la cual necesitará de una base de conocimientos que permitan su fácil solución, por tal motivo también responde al uso de uno de los 3 conocimientos expuestos en la figura 1 (OECD, 2015). En este trabajo se analiza la capacidad de “*evaluar y diseñar la investigación científica*”, ya que sus habilidades específicas o subcategorías, necesitan en esencia de conocimientos específicos sobre el diseño apropiado de un experimento científico, como el concepto de variable, las estrategias de control de las variables y la naturaleza de un diseño apropiado en una determinada cuestión científica (Osborne 2013), o lo que Gott & Duggan (1996) habían definido como conceptos de prueba, o de su traducción del inglés, conceptos de evidencia (CoE).

El conocimiento científico de contenido, es fácil de identificar en cada uno de estos ítems, debido a que las teorías y conceptos científicos, son los más manejados entre el gremio docente desde su formación específica. En cambio, los conocimientos asociados con la investigación científica, no son comunes en la práctica docente, puesto que los maestros no son investigadores científicos y sus actividades científicas estarán asociados a cuestiones didácticas, según sus propias normas, hábitos y discurso (Mortimer & Scott, 2003). Por este motivo es importante abarcar los conocimientos necesarios que orienten hacia una formación en investigación científica a partir de sus CoE, ya que fortalece el proceso investigativo, según lo ha demostrado Schalk, Schee, & Boersma (2008), en un estudio realizado en estudiantes de biología de 16 y 17 años. De esta manera se pasa a hacer explícito algunos conceptos de la investigación científica y su confluencia con las habilidades desde los ítems, para una mejor comprensión de los mismos y generar su máximo aprovechamiento en el aula.

Después de la categorización general de los ítems en torno a la capacidad de “*Evaluar y diseñar la investigación científica*” se generaron las siguientes 8 subcategorías o habilidades específicas:

1. Identificar la pregunta o idea que está siendo (o podría haber sido) explorada o probada en un estudio científico. Caracterizada por presentar ítems con textos en donde se explica

o expone una situación científica o el diseño experimental de una investigación, que tienen que ser interpretados para extraer su idea principal. Para esto, es necesario comprender y reflexionar la información presentada, y pasar a evaluar y seleccionar la opción adecuada en el caso de las preguntas de selección múltiple, y comunicar y argumentar la respuesta en el caso de las preguntas abiertas, siendo estas últimas de mayor complejidad y valor informacional. Ésta es representada por 7 ítems, de los cuales 4 presentan información de hechos científicos que dieron origen a teorías como la inmunidad, la clonación, las enfermedades por microorganismos, el impacto ambiental y uso de biomasa, lo cual requiere de conocimientos de los conceptos científicos, (i. *¡Detengan a ese germen!-1*, ii. *Los clones de ternero-1*, iii. *El diario de semmelweis-2* y iv. *El maíz-6*). Por otro lado, las 3 restantes requieren de un conocimiento procedimental, ya que en ellos se suministra toda la información relevante sobre el experimento, y la selección o propuesta de la pregunta de investigación depende de la capacidad de comprender en sí el proceso de investigación científica, (i. *Comportamiento del espinoso-1*, ii. *Estudio sobre la leche en la escuela-1* y iii. *Protectores solares-2*).

2. Distinguir preguntas o cuestiones que pueden ser respondidas por la investigación científica o de carácter científico apoyadas en la tecnología de las que no pueden ser respondidas por ella. Presenta ítems centrados en las mismas opciones de respuesta, siendo en su totalidad de elección múltiple compleja, en donde el texto de la unidad solo aporta un contexto en el que se enmarcan las diferentes opciones, y el estudiante debe evaluarlas y elegir aquellas que responden a cuestiones científicas de las que no. La comprensión y reflexión sobre el texto pasan a un segundo plano, tomando importancia la experiencia del estudiante en torno a esa distinción en las opciones. Ésta es representada por 9 ítems, de los cuales 3 requieren del uso de un conocimiento conceptual, puesto que se evalúa hasta qué punto los alumnos comprenden el papel de las ciencias en el desarrollo de la tecnología, (i. *Clonación-3*, ii. *La caries dental-5* y iii. *Fumar tabaco-4*). Los otros 6 ítems requieren en cambio de un conocimiento procedimental debido a que se centran más en reconocer y comprender el papel de la metodología científica, (i. *El ozono-4*, ii. *El maíz-4*, iii. *Capturar al asesino-2*, iv. *La caries dental-4*, v. *El gran cañón-1* y vii. *Los tejidos-1*).

3. Identificar o reconocer qué variables se debe o han sido modificadas o controladas dentro del proceso de experimentación. Sus ítems se caracterizan por centrarse en el texto proporcionado, donde partiendo del diseño experimental propuesto, el estudiante tiene que comprenderlo y reflexionarlo adecuadamente para llegar a reconocer las variables en cuestión, necesitándose un conocimiento procedimental sobre la investigación, lo que exige un mayor nivel de dificultad. Las preguntas abiertas requieren además comunicar y argumentar la respuesta y las de selección múltiple o múltiple compleja necesitan evaluar y seleccionar la mejor opción. Ésta es una de las habilidades que más exige al estudiante y en algunos casos requiere una transferencia y conexión del conocimiento, puesto que las variables no se presentan dentro de la información dada, lo cual requerirá un mayor grado de conocimientos que deben conectarse para finalmente ser deducidas. Son 9 los ejemplos para esta habilidad, y todos necesitan del conocimiento y comprensión de la naturaleza de variable (dependiente e independiente), variables de control, experimento de control y sustancias de referencia, como parte importante del diseño experimental, (i. *¡Detengan a ese germen!-2*, ii. *Las moscas-1*, iii. *¿Un riesgo para la salud?-2*, iv. *Lluvia ácida-3*, v. *El pan-2*, vi. *Cultivos genéticamente modificados-1*, vii. *Cultivos genéticamente modificados-2*, viii. *Protectores solares-1* y ix. *Síndrome de despoblamiento de colmenas-2*).

4. Identificar o reconocer que información adicional se necesita para darle seguridad a la investigación o que apoyen las decisiones tomadas o que se vayan a tomar. Presenta ítems caracterizados por centrarse principalmente en las opciones de respuesta de tipo elección múltiple compleja. El texto contextualiza el tema pero la decisión depende de la capacidad del estudiante de identificar la información que aportaría a la investigación de la que no, de una lista en las que todas son cuestiones científicas. Son 3 ejemplos los que permiten abordar esta habilidad y conocimientos procedimentales como la validación de resultados, tanto por otros procedimientos, como a partir de los resultados de otras investigaciones, (i. *Peter Carneyl-1*, ii. *El virus de la viruela del ratón-3* y iii. *Evolución-2*).

5. Identificar o reconocer que medidas deben adoptarse para recoger unos datos adecuados que soporten la conclusión. Los 3 ítems que ejemplifican esta habilidad se centran en el diseño experimental propuesto en el texto, y requieren claridad sobre la naturaleza del muestreo y sus características, como si es representativo de una población, si es aleatorio o estratificado y el número de observaciones y mediciones a realizar, el uso de grupos de control como método comparativo en una investigación de campo y el concepto de homogeneidad de la muestra. De tal manera que además de comprender y reflexionar sobre la información planteada, es necesario un conocimiento procedimental sobre el mismo que ayude a evaluar y seleccionar la mejor opción en el caso de las preguntas de elección múltiple, o comunicar-argumentar en el caso de las preguntas abiertas, (i. *Estudio sobre la leche en la escuela-2*, ii. *Fumar tabaco-3* y iii. *Protectores solares-3*).

6. Identificar y diferenciar los conceptos que forman parte de una investigación científica. Esta habilidad la encontramos en 1 ítem (*El maíz-1*), el cual se limita a contrastar conceptos que el estudiante debe manejar sobre la investigación científica- la diferencia entre una conclusión y una observación- y por tal motivo forma parte del conocimiento procedimental.

7. Identificar términos clave para la búsqueda de información científica. También esta habilidad está representada por 1 ítem (*El tránsito de venus -3*) como único ejemplo publicado, y requiere que el estudiante escoja de entre un grupo de términos subrayados en un texto, aquellos más convenientes para hacer una búsqueda adecuada. Comprendiendo que este proceso es clave en un proceso de investigación científica y por tanto de índole procedimental.

8. Proponer y evaluar científicamente una forma de explorar una pregunta determinada o Identificar o reconocer qué variables se deben o han sido modificadas o controladas dentro del proceso de experimentación o en sí evaluar y diseñar la investigación científica. Esta habilidad se requiere en 4 ítems (i. *Correr en días de calor-3*, ii. *Correr en días de calor-5*, iii. *Correr en días de calor-6* y iv. *Recipiente refrigerante-1*) los cuales resultan ser los más completos de los todos los mencionados hasta ahora dado que recurren a una simulación en la que se pueden variar las condiciones principales del diseño experimental. Para responder adecuadamente al ítem se exige una amplia comprensión y reflexión tanto de las instrucciones que se suministran para manejar el simulador, como de la información sobre la propia investigación o conocimiento procedimental, requiriéndose una continua transferencia y conexión entre los conceptos a utilizar. En este tipo de ítems es necesario tener bien identificados los conceptos de variables dependientes e independientes, identificar las variables que se deben controlar, conocer las escalas que se están utilizando y los intervalos que son más adecuados, la repetitividad en la toma de datos y su presentación en tablas, así como los patrones por los que se rigen. A partir de todo este proceso se hará la selección de la respuesta más

adecuada en las preguntas de selección múltiple, o comunicar y argumentar la respuesta en aquellas que son abiertas.

En estos ítems se genera la mayor exigencia a las capacidades del estudiante y solo en estos se puede notar la capacidad de evaluar y diseñar la investigación científica propuesto para PISA 2015.

CONCLUSIONES

A partir de esta categorización, es notorio como los ítems no responden a la competencia como tal, sino que se centran en una habilidad específica dentro de ella. Por tal motivo el uso individual y aislado de dichos ítems en el aula, no dará cuenta del desarrollo de esta competencia, más por el contrario si se utilizan ítems conjuntos de cada una de las habilidades aquí indicadas, se podría aproximar al docente a una evaluación más consiente y adecuada. Los ítems de mayor dificultad y que evalúan gran cantidad de habilidades son los propuestos por PISA 2015, los cuales responden por si solos a la competencia de evaluar y diseñar la investigación científica propuesta en este marco y que pueden ser de mucha ayuda en el aula. Así como las habilidades específicas son representadas por los ítems, estos también hacen ver la importancia de profundizar en temas como el diseño experimental, el reconocimiento de variables dependientes e independientes, los tipos y características del muestreo, entre otros, que son los conocimientos básicos requeridos en una investigación científica y que un ciudadano científicamente alfabetizado debe manejar.

La capacidad de “*evaluar y diseñar la investigación científica*”, es por tanto representada por 37 ítems que ejemplifican cada una de sus habilidades específicas, y que los conocimientos necesarios para su abordaje son principalmente procedimentales, dejando ver la importancia de los conceptos necesarios sobre investigación científica que el docente puede implementar en el aula utilizando estos ítems como herramienta.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcañiz, V. & Cervera, D. (2014). Evaluaciones externas, mucho más que resultados. Una mirada centrada en PISA. *Revista “Avances en supervisión educativa”*, España. 21, 1-23.
- Bravo, B., Puig, B., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2009). Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación química*, 20(2), 126-131.
- Crujeiras, B., & Jiménez-Aleixandre, M. (2015). Análisis de la competencia científica de alumnado de secundaria: respuestas y justificaciones a ítems de PISA. *Eureka*. 12(3), 385-401.
- Duschl, R. (2007). Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic and Social Learning Goals. *Review of Research in Education*, 32, 268-291.
- Gallardo, M., Fernández, M., Sepúlveda, M., Serván, M., Yus, R. & Barquín, J. (2010). PISA y la competencia científica: Un análisis de las pruebas de PISA en el Área de Ciencias. *Relieve*. 16(2), 1-17.
- Gil, D., & Vilches, A. (2006). ¿Cómo puede contribuir el Proyecto PISA a la mejora de la enseñanza de las ciencias (y de otras áreas de conocimiento)? *Revista de Educación*, número extraordinario, pp. 295-311.
- Gott, R. & Duggan, S. (1996). Practical work: its role in the understanding of evidence in science. *International Journal of Science Education*. 18(7), 791-806.
- Jakobsson, A., Davidsson, E., Karlsson, KG, & Oskarsson, M. (2013). Exploring Epistemological Trends in Students’ Understanding of Science from the Perspective or Large-Scale Studies. *ISRN Education*, Article ID 196014, 1-13.

- Monereo, C. (2009). *PISA COMO EXCUSA. Repensar la evaluación para cambiar la enseñanza*. Barcelona: Editorial GRAÓ, de IRIF, S.L.
- Mortimer, E.F., & Scott, Ph.H. (2003). *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*. (UK). *McGraw-Hill Education*.
- OECD (2000 – 2015). Marcos teóricos de PISA. Francia. Recuperados de: <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/>.
- Osborne, J. (2013). The 21st century challenge for science education: Assessing scientific reasoning. *Thinking Skills and Creativity, 10*, 265-279.
- Schalk, H. H., Van der Schee, J. A., & Boersma, K. T. (2008). The use of concepts of evidence by students in biology investigations: Development research in preuniversity education. In *The nature of research in biological education: Old and new perspectives on theoretical and methodological issues. A selection of papers presented at the VIIth Conference of European Researchers in Didactics of Biology (ERIDOB)*, Zeist, The Netherlands (pp. 279-296).

Evolución de la competencia en el uso del concepto de densidad, en la Secundaria

Napal, M., Ibarra, J.

Departamento de Psicología y Pedagogía, Universidad Pública de Navarra

RESUMEN

El objetivo es analizar la evolución de la competencia en el conocimiento y uso del concepto de densidad y estructura atómica de la materia, en los estudiantes de primer curso a cuarto curso de la ESO. Se administra un cuestionario junto con un kit de materiales, que utilizan para responder a las cuestiones planteadas. Los resultados muestran que mientras el uso de la formulación matemática de la densidad es adecuada en el último curso de la ESO, las dificultades en el manejo del concepto de densidad persisten a lo largo de toda la Secundaria, y que están unidas a los problemas de interpretación de la estructura atómica de la materia y a la capacidad de discriminación de la misma.

PALABRAS CLAVE: densidad, materia, flotabilidad, educación secundaria

INTRODUCCIÓN

El concepto de densidad es uno de los conceptos básicos en las ciencias físicas, químicas y en la biología. Muchos estudiantes que usan correctamente la ecuación de la densidad para conocer su valor numérico tienen dificultades para incluir las unidades apropiadas o para contestar a preguntas de tipo cualitativo que exijan conocer el concepto de densidad.

Según Hitt (2005) la dificultad del concepto se debe a que es un concepto abstracto, una cualidad de la materia que deriva de dos características cuantitativas que sí tienen relación con la vida cotidiana: masa y volumen. Y los estudiantes la encuentran demasiado profunda para comprender o demasiado teórica respecto a su aplicación en la vida real.

Los estudios de Smith et al. (1997) muestran que los estudiantes asimilan la densidad al peso. En los experimentos de flotación los estudiantes focalizan la explicación en el objeto que flota y no en el líquido (Houghton et al., 2000; Raghavan et al., 1998). Así que pueden explicar la estructura de objetos con la misma masa y distinto volumen porque están llenos de aire o tienen huecos.

Las dificultades en el concepto de densidad van unidas a las que los alumnos muestran en entender la estructura atómica de la materia y su aplicación en las transformaciones químicas (Furio-Mas et al., 2012).

La reforma educativa actual introduce el módulo de Materia desde el 5º curso de Primaria hasta el 4º curso de Secundaria por lo que se ofrece una oportunidad de pautar el aprendizaje para obtener un cambio conceptual firme.

OBJETIVO

Cómo son de competentes los alumnos de primero a cuarto de secundaria, en el conocimiento y uso del concepto de densidad en experiencias con materiales sencillos.

Las cuestiones a investigar son:

- ¿Cómo cambian las ideas de los alumnos de Secundaria sobre la materia y la densidad, desde primero a último curso?
- ¿Cómo aplican el concepto de densidad a la flotabilidad?
- ¿Qué nivel de competencia matemática exhiben en el manejo de la densidad?
- ¿Las ideas inadecuadas sobre la densidad son resistentes al cambio a lo largo de la Secundaria?

METODOLOGIA

Se realizó un cuestionario, previamente testado con alumnos de 13-14 años, que incluye items abiertos, de opción múltiple, de representación, relacionado con el concepto de materia, la comprensión de la densidad, la aplicación de la densidad a la flotabilidad y la competencia matemática. El cuestionario se presenta con un kit de material de mano individual.

El cuestionario se ha realizado en dos centros concertados, en todos los cursos de la ESO, de primero a cuarto, en un total de 196 alumnos. Los investigadores no han intervenido en la preparación de las clases en el centro ni en la impartición de la docencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Definición y clasificación de la materia

Q1: Selecciona qué es materia del siguiente listado de cosas: nube, aire, agua, niebla, polvo de tiza, humo, sombra, arena, grano de sal, eco.

Q2: ¿cómo puedes saber si algo es materia o no? Explícalo.

Más del 90% de los alumnos de todos los cursos aciertan al identificar como materia los sólidos (sal, arena, polvo de tiza) y el agua, y aciertan así mismo al identificar como no materia el eco y la sombra. Sin embargo el porcentaje de aciertos al identificar como materia el aire y las suspensiones gaseosas descendió notablemente por debajo del 60% y muestra diferencias entre cursos. El porcentaje medio de aciertos varió entre el 40% para alumnos de primero y el 60% para los alumnos de cuarto. Sin embargo menos del 40% de los de primero aciertan a identificar como materia el aire, el humo y la niebla; este porcentaje sube en 2º curso – en que se trata la naturaleza y características de la materia – y en 4º, hasta un 60% (Figura 1).

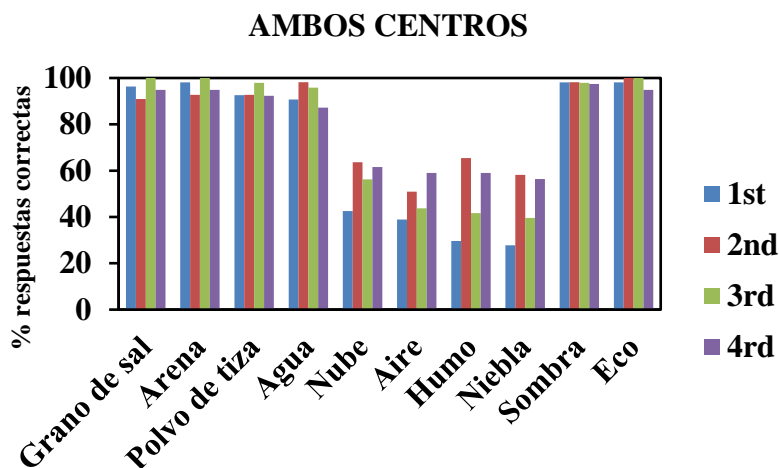


Figura 1: Porcentaje de alumnos que clasifica correctamente como materia o no materia cada uno de los elementos.

Tabla 1: Criterios utilizados por los alumnos para definir qué es materia, y porcentaje de alumnos que utiliza cada uno de los criterios, por curso.

CRITERIO		1ESO	2ESO	3ESO	4ESO	Total
Indefinido; respuestas ininterpretables		13	2	0	8	6
Características sensitivas (tocar u otras), o referidas al estado de la materia, o composición.		37	24	33	26	30
Mediciones	Imprecisas (se puede medir, tocar...)	20	45	19	18	27
	Asociadas a magnitudes (m,V,d)	22	25	35	36	29
Formadas por átomos o moléculas		4	0	6	8	4
NS/NC		4	4	6	5	5

En Q2, los alumnos utilizaron los siguientes criterios para clasificar la materia (Tabla 1). Se observa cómo en los alumnos de los primeros cursos utilizan con más frecuencia criterios sensoriales u cualitativos, mientras que en los últimos cursos se recurre más a criterios cuantitativos. Especialmente claro es el uso de criterios cuantitativos precisos (m,V,d) en 4º. En general la existencia de partículas se menciona poco, y no se observa evolución.

2.- Dominio en la estimación de la densidad

Q3: comparar las dos bolas de poliestireno (una grande y otra pequeña).Cuál tiene más masa, más volumen, más densidad.

Q4: ¿qué es más denso?

- Un vaso de agua o la misma cantidad evaporada
- Un palillo de madera de pino o el tronco de que se ha fabricado
- Un cubito de hielo o la misma cantidad de agua líquida

- Un globo de aire frío o la misma cantidad de aire caliente

Q5. Comparar 4 pares de cilindros. Cuál tiene más masa, más volumen, más densidad.

Los alumnos, para la cuestión Q3, estiman mejor las propiedades perceptibles sensorialmente (m,V), que la densidad, que puede resultar un concepto más abstracto (Figura 2). Aciertan especialmente en el volumen.

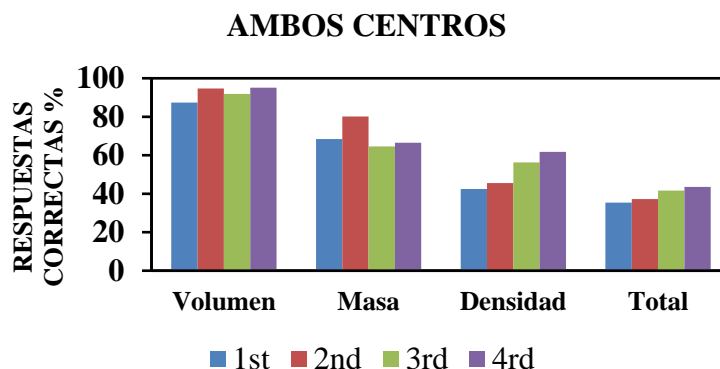


Figura 2. Porcentaje de alumnos que responden correctamente acerca de la masa, el volumen y la densidad de dos bolas de poliestireno de diferente tamaño (Q3).

Un número creciente de alumnos son capaces, cuando se pregunta explícitamente, de reconocer la densidad como una propiedad específica de las sustancias, que no varía con la cantidad de materia (Figura 2; columna “density”). Pero, sin embargo, no son capaces de aplicar esta regla para predecir que, si se mantiene la densidad, a más volumen un cuerpo debería tener más masa (Figura 2; columna “mass”). Probablemente, los alumnos, aún en niveles altos de la ESO, estiman la masa a partir del peso percibido (Smith, 1997), y tienen dificultades cuando las diferencias son pequeñas.

Es frecuente también (Smith, 1997) que los alumnos tengan ideas indiferenciadas de masa y densidad. Esto llevaría a patrones “+++” (a más volumen más masa más densidad), que aparece en aproximadamente un 20% de los alumnos de 1er curso, y va bajando hasta el 10% en 4ºESO (en Q3).

Masa y volumen se estiman aceptablemente en todos los casos, pero la de la densidad, por más que se trate de una relación abstracta, mejora con la cantidad de datos sensoriales que se proporcionan (Figura 3).

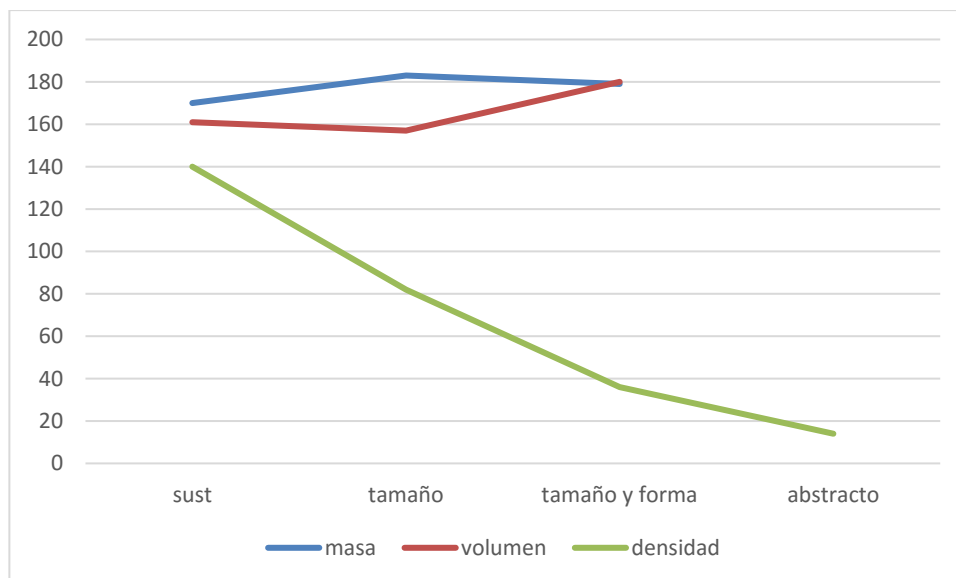


Figura 3. Número de alumnos, agrupando los 4 cursos, que identifican acertadamente qué objeto tiene mayor masa, volumen y densidad (Q4, Q5), cuando son sustancias notoriamente diferentes (sust), cambia el tamaño manteniendo la forma (tamaño), cambian tanto forma como tamaño (tamaño y forma) o cuando no hay un objeto concreto (abstracto).

La asociación incorrecta más volumen, más masa, más densidad llega hasta el 54% de los alumnos de primero y el 38% de los de cuarto cuando las formas del material son muy diferentes (barra y bloque de aluminio). Esta asociación es menos mala cuando se trata de un material con la misma forma (barra grande y pequeña de aluminio; 39 y 10%, respectivamente).

Hasta casi un 70% de los alumnos de primero afirman erróneamente que el hielo es más denso que el agua, porcentaje que desciende en los cursos siguientes y especialmente en cuarto curso hasta un 43%. Mentalmente, los alumnos parecen asociar el material sólido con solidez, con mayor densidad; especialmente los alumnos de primero. Alternativamente, puede deberse a que tienen muy interiorizado que para una misma sustancia el sólido es más denso que el líquido y este que el gas, estrategia comúnmente utilizada para explicar los estados de agregación. Y esta asociación es tan fuerte como para anteponerla al conocimiento extendido y derivado de la experiencia de que el hielo es menos denso que el agua. Los aciertos en la interpretación del agua líquida/ vapor bajan del 83% en primero y segundo curso y bajan al entorno del 65% en tercero y cuarto curso. Parece, como así sugieren otras respuestas, que los alumnos de 1º, aún sin dar formulación científica a sus intuiciones son más competentes a la hora de utilizar el concepto de densidad para explicar fenómenos cotidianos. Los alumnos de 4º, al menos en este contexto formal que parece exigir movilizar el conocimiento académico, caen a veces en respuestas incorrectas, y además incoherentes con la experiencia.

3. Aplicación de la densidad: predicciones sobre flotabilidad

Q7. Se dispone de 10 objetos, que se introducen en un tanque de agua, para ver si flotan. ¿Puedes escribir una regla general que nos ayude a predecir si un objeto flotará o se hundirá al meterlo al agua?

AMBOS CENTROS

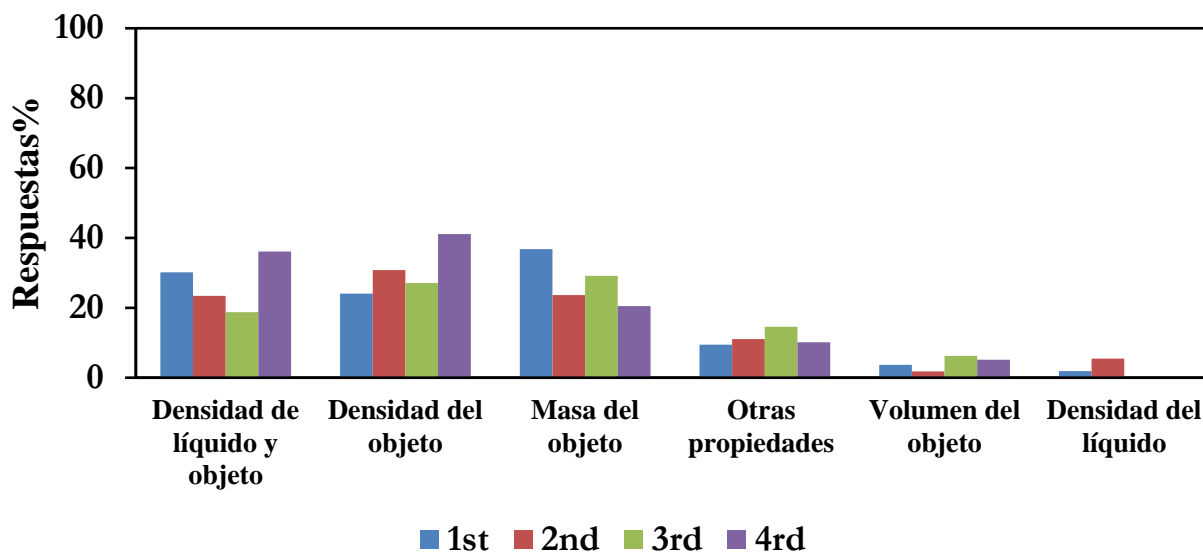


Figura 4. Porcentaje de alumnos que utiliza cada uno de estos criterios en sus reglas para predecir la flotabilidad de los cuerpos.

Un número importante de alumnos – 40% en el primer curso hasta un 25% en 4° (Figura 4)- utilizan la masa para predecir la flotabilidad, confirmando la persistencia de la confusión entre masa – peso y densidad. El mayor porcentaje (25% en primero hasta el 40% en 4°) utiliza la regla general más repetida durante la escolarización, que la flotabilidad de un cuerpo depende de su densidad. Porcentajes similares dan la respuesta científicamente más acertada, que se refiere a las densidades relativas del líquido y el objeto, y que implica una comprensión más profunda de los principios físicos (principio de Arquímedes) que permiten no sólo describir, sino también interpretar la flotabilidad de los cuerpos.

4. Competencia matemática

Q9. Calcula la densidad de un objeto cuya masa es 500 g y su volumen 100 cm cúbicos

Q10. Vertemos agua en una probeta hasta la marca de 300 ml. Sumergimos en ella una piedra de forma irregular y observamos que el nivel del agua sube hasta la marca de 450 ml. Si la masa de la piedra es de 220 g, ¿cuál es su densidad en kg/m³?

Q11. En la siguiente tabla se muestran los datos de la medición de la masa y el volumen de diferentes objetos de cobre.

Representar los datos en una gráfica (masa en función del volumen)

- ¿qué representa la pendiente de la gráfica?
- Qué volumen ocupan 800 g de cobre?

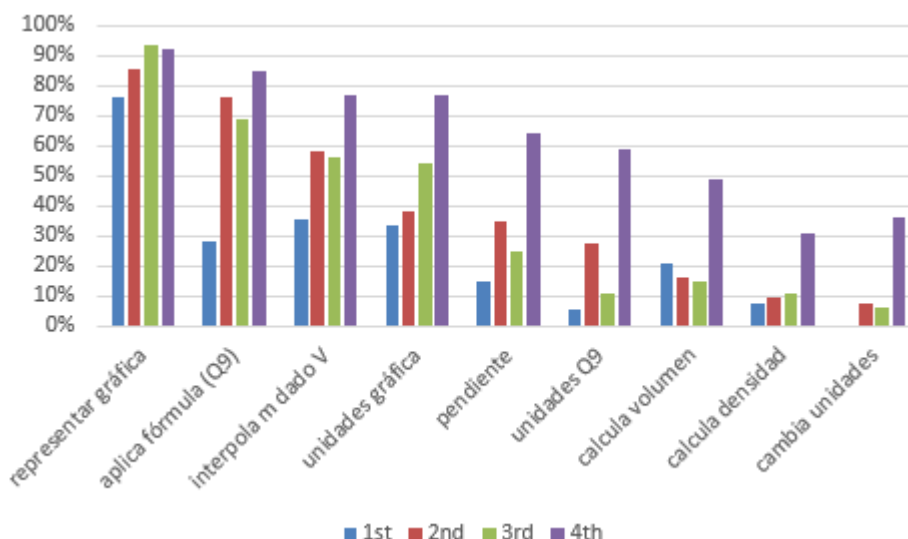


Figura 5. Porcentaje de alumnos que ejecutan correctamente cada una de las acciones asociadas con la competencia matemática (resolución de problemas y gráficas).

Los alumnos de 4º sobresalen en todos los aspectos analizados, en esta serie de preguntas (Figura 5). Casi todos los alumnos, de todos los cursos, son capaces de representar la gráfica, y excepto los de 1º, aciertan bastante a la hora de interpretarla. Altos porcentajes de acierto se logran también al aplicar la fórmula de la densidad (m/V) para resolver un problema numérico, pero bajan al escribir las unidades de esa operación, sembrando las dudas sobre si comprenden la operación que están realizando. Muy pocos alumnos (en torno al 30% en 4º y menos del 10% en el resto de los cursos) son capaces de aplicarlos a la resolución de un problema real (Q10).

CONCLUSIONES

Se observa que la evolución respecto a la definición de materia supone la sustitución de criterios sensoriales, utilizados en los primeros cursos, por otros cuantitativos (volumen, masa), más abundantes en cuarto curso. En estos dos últimos cursos clasifican mejor suspensiones y gases, que presentan dificultades en los cursos anteriores.

De curso en curso mejora la identificación correcta de la densidad y disminuye la asociación más densidad con más masa o/y más volumen, más frecuente en los primeros cursos.

El análisis de cómo aplican la densidad a la flotabilidad refleja que los alumnos de cuarto curso utilizan la densidad sólo del objeto o la del objeto y la del líquido para explicar la flotabilidad; en los alumnos de los primeros cursos es más frecuente atribuirlo a la masa del objeto.

La competencia matemática mejora claramente a lo largo de los cursos, para cada uno de los aspectos estudiados, individualmente. Sin embargo, los patrones son coincidentes: operan correctamente aplicando la fórmula, y manipulan la gráfica, pero fallan más en la comprensión de la relación y en la resolución de problemas.

BIBLIOGRAFIA

Furió-Más, C., Domínguez-Sales, M.C., Guisasola, J. (2012) Diseño e implementación de una secuencia de enseñanza para introducir los conceptos de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 30 (1) 113-128

- Hitt, A. M. (2005). Attacking a dense problem: A learner-centered approach to teaching density. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas*, 42(1), 25-29.
- Houghton, C., Record, K. Bell, B. & Grotzer, T.A. (2000, April). *Conceptualizing density with a relational systemic model*. National Association for Research in Science Teaching (NARST) Conference, New Orleans, LA.
- Raghavan, K., Sartoris, M., Glaser, R.(1998) Why does it go up? The impact of the MARS curriculum as revealed through changes in student explanations of a helium balloon. *Journal of Research in Science Teaching* 35(5) 547-567
- Smith, C., Maclin, D., Grosslight, L., & Davis, H. (1997). Teaching for understanding: A study of students' pre-instruction theories of matter and a comparison of the effectiveness of two approaches to teaching about matter and density. *Cognition and Instruction*, 15(3) 317-393.

Las emociones en el aprendizaje de la Biología: Evidencias de una asociación duradera

¹Ochoa de Alda, J. A. G., ¹Marcos-Merino, J. M., ²Méndez-Gómez F. J., ¹Esteban, R.

¹ *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales* y ² *Departamento de Psicología y Antropología. Universidad de Extremadura*

ochoadealda@unex.es

RESUMEN

La interacción entre el conocimiento y las emociones permite a los humanos ajustar su comportamiento frente a estímulos presentes y futuros. El estado emocional y el aprendizaje se condicionan recíprocamente, lo que sugiere que podría mantenerse una asociación duradera entre ambos. Para valorar esta posibilidad hemos estudiado la asociación entre los resultados del aprendizaje perpetuados desde la ESO y las emociones experimentadas habitualmente en dos ámbitos académicos, clases expositivas y clases prácticas, en un grupo de 152 estudiantes del Grado en Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Extremadura. Los alumnos describieron haber sentido con diferente intensidad las emociones experimentadas durante las clases teóricas y las clases prácticas. El análisis estadístico (factorial y de correlación) muestra que hay una asociación significativa entre las emociones descritas para cada contexto académico y los conocimientos de biología. Esto apoya una interacción a largo plazo entre las emociones académicas y el aprendizaje.

Palabras clave

Aprendizaje; Biología; Emociones.

INTRODUCCIÓN

La adaptabilidad es una característica esencial de los seres vivos, proporciona una respuesta adecuada frente a los estímulos ambientales, mejorando la adaptación al medio, la supervivencia y la respuesta a señales futuras similares. El proceso de adaptación implica la percepción e integración de las señales ambientales para, posteriormente, elegir una respuesta apropiada (Koshland, 2002).

En los seres vivos, tanto la percepción como la integración de las señales externas están moduladas por su estado interno, que a su vez controla las acciones fisiológicas resultantes. En los humanos, ese estado interno está gobernado por las emociones que activan una serie de cambios cognitivos, fisiológicos y motores como resultado de la determinación de que un estímulo (recordado o percibido) tiene un valor beneficioso o perjudicial en una situación concreta, y para un fin concreto. Los seres humanos crean experiencias mentales de este estado interno del cuerpo en forma de una gran diversidad de sentimientos que pueden ser verbalizados para transmitir dolor, placer, alegría o respuestas sociales como, por ejemplo, la compasión. Las emociones y los sentimientos son expresados normalmente con las mismas palabras y, en muchos contextos, se emplean como sinónimos. A pesar de que no existe una definición única de emoción, hay un gran acuerdo en que las emociones reflejan una capacidad de asignar un valor a todo lo que percibimos a nuestro alrededor, son el producto de un proceso evolutivo selectivo para valorar acontecimientos en un determinado contexto y estimar si son más o menos

deseables (Damasio y Carvalho, 2013; Dolan, 2002; Etkin, Büchel y Gross, 2015; Mauss y Robinson, 2009).

La psicología describe las emociones empleando varias dimensiones como la valencia (el grado en el que una emoción es beneficiosa –positiva- o perjudicial –negativa-), la excitación (la intensidad de una emoción como esperanzado o desesperanzado, por ejemplo), el grado de acercamiento o elusión que provoca una emoción y, menos comúnmente, su efecto social (como la envidia) (Mauss y Robinson, 2009; Rubin y Talarico, 2009; Watson y Tellegen, 1985; Wentura, Rothermund y Bak, 2000). Estas dimensiones descritas por la psicología han sido recientemente corroboradas por evidencias neurofisiológicas, ya que se han observado pautas de activación neuronal comunes entre individuos, que apoyan la existencia de una dimensión subyacente común a los procesos emocionales (Kassam, Markey, Cherkassky, Loewenstein y Just, 2013).

La complejidad de los procesos emocionales y la diversidad de las respuestas fisiológicas asociadas dificultan la posibilidad de integrar las emociones en una medida discreta, más aun si se considera que las emociones son procesos muy variables dado su carácter individual, situacional e integrador de experiencias personales pasadas. Los métodos actuales para medir emociones presentan un gran número de limitaciones y, por lo general, no permiten obtener resultados consistentes (Mauss y Robinson, 2009), lo que sugiere que cada método proporciona información sobre diferentes aspectos de un proceso muy complejo. Uno de los métodos más comúnmente utilizados es el muestreo mediante cuestionarios en los que los participantes autoinforman de sus emociones. Este método es fácil de implementar y proporciona medidas de experiencias emocionales subjetivas y verbalizadas cuya varianza (entre el 50 y 60%) puede ser explicada por las dimensiones de valencia y excitación. La medida de las emociones, obtenida mediante estos autoinformes, sufre de algunos sesgos relacionados con la dificultad de los individuos de recordar emociones pasadas y separarlas de actitudes o creencias hacia una determinada situación (Robinson y Clore, 2002).

En el ámbito académico se experimentan las principales emociones humanas (Pekrun, Goetz, Titz y Perry, 2002). Estas emociones académicas pueden tener un efecto importante sobre el aprendizaje a través del control de la atención, de la motivación para aprender y sobre la elección de las estrategias de aprendizaje. Para comprender el efecto de las emociones en el aula es necesario considerar que pueden variar a nivel individual según la temática tratada, el contexto y el tiempo. El efecto de las emociones académicas sobre el aprendizaje está poco estudiado a pesar que hay numerosas evidencias que muestran como, en el cerebro, los procesos cognitivos (memoria, atención, lenguaje, capacidad de resolver problemas y aprendizaje) y las emociones están integrados en áreas críticas para la regulación del flujo de información entre las diferentes regiones (Gu, Liu, Van Dam, Hof y Fan, 2013; Pessoa, 2008).

Recientemente se ha mostrado que el estado emocional y el aprendizaje están recíprocamente condicionados. El estado emocional tiene un efecto sobre la estimación anticipada de la recompensa del aprendizaje, mientras que la precisión con la que se haya hecho esta estimación (una vez obtenida la recompensa) modifica el estado emocional (Eldar y Niv, 2015). Estos estudios neurofisiológicos apoyan la teoría del control del valor (Pekrun, 2006), en la que los individuos ejercen un control consciente de las actividades o del esfuerzo de aprendizaje ligado a futuros logros académicos mediante una valoración permanente de esos logros a través de las emociones. El aprendizaje duradero es un logro que podría estar mediado por las emociones experimentadas durante su adquisición. De acuerdo con la fundamentación teórica expuesta anteriormente, nuestra hipótesis de

trabajo es que podría existir una asociación entre el aprendizaje de conceptos de Biología, adquiridos hace más de cinco años (durante la Enseñanza Secundaria Obligatoria), y las emociones experimentadas durante ese aprendizaje en dos contextos académicos: clases teóricas y clases prácticas. Nuestros resultados muestran una asociación significativa entre emociones y aprendizaje, y sugieren que, si existiese una relación causa-efecto, los resultados del aprendizaje podrían mejorarse interviniendo sobre las emociones que experimentan los alumnos.

METODOLOGÍA

Población y muestra

La muestra consiste en 152 alumnos (22 ± 2 años de media \pm SD; 64 % mujeres) pertenecientes a tres grupos de la asignatura Didáctica del Medio Físico y los Seres Vivos (6 ECTS), del tercer curso del Grado en Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Extremadura en sus campus de Badajoz (dos grupos) y Cáceres (un grupo). La muestra no es aleatoria, se han elegido los elementos de la población a los que se ha tenido acceso, por tanto, los resultados no son extrapolables más allá del contexto local al que representa, una muestra diversa de alumnos extremeños cuyo último contacto con las asignaturas de Biología y/o Ciencias Naturales fue, en la mayor parte de los casos hace 5 años como mínimo, en 4º de ESO.

Instrumento

El instrumento utilizado en la investigación es un cuestionario, que se completa en unos 10 minutos, y que consta de cuatro partes. En las tres primeras (P1, P2 y P3) se valora el grado de conocimiento que tiene cada participante en relación a contenidos de Biología Celular y Genética, mientras que en la última (P4) se miden emociones académicas.

La parte 1 (P1) está formada por 10 preguntas (verdadero/falso) con las que se valora la presencia de ideas previas alternativas sobre contenidos relacionados con la estructura y fisiología de la célula y con la genética, en base a lo recogido en la bibliografía para la etapa de Educación Secundaria (Banet y Ayuso, 1995; Caballer Senabre y Giménez, 1993; Caballero Armenta, 2008; Camacho González *et al.*, 2012; Díaz de Bustamante y Jiménez Aleixandre, 1996).

La parte 2 (P2) comprende 5 preguntas con 4 o 5 posibles respuestas, de las cuales solo una es correcta. Esta parte evalúa el conocimiento del alumnado sobre aspectos relativos a la Biología Celular y Genética necesarios para realizar una práctica de extracción de DNA que se realizará tras completar los cuestionarios.

La parte 3 (P3) contiene 4 preguntas con 4 respuestas posibles (solo una correcta) que han sido extraídas del TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*), estudio realizado por la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo sobre Matemáticas y Ciencias en el alumnado de 4º y 8º grado de cada país participante (4º de Educación Primaria y 2º de Educación Secundaria Obligatoria, ESO, en el caso de España) y que da lugar al conocido como informe PISA (www.mecd.gob.es/inee/Recursos.html).

En la parte 4 (P4) se interroga a los alumnos sobre las emociones sentidas a lo largo de su vida académica, desde la Educación Primaria hasta sus estudios universitarios. Para medir las emociones en esta parte, se elaboró un cuestionario en el que los alumnos valoraban, en una escala ordinal de Likert, cinco emociones positivas (alegría, confianza, satisfacción, entusiasmo y diversión) y cinco negativas (nerviosismo, aburrimiento, frustración, preocupación e incertidumbre) que pueden experimentar ante un proceso de

enseñanza-aprendizaje (Mellado Jiménez *et al.*, 2014). En esta escala de Likert el valor el 1 indicaba no haber sentido nunca esa emoción, el 2 haberla sentido poco, el 3 haberlo sentido con un grado intermedio, el 4 bastante y el 5 intensamente. Se les pide concretamente que hagan referencia a sus emociones durante las clases expositivas de Biología, basadas en clases magistrales, y durante las clases prácticas, basadas en un enfoque experimental. En la misma P4, también se les pregunta por las emociones previas a la realización de una práctica de extracción de DNA, con el fin de observar si las emociones experimentadas habitualmente durante las clases prácticas (descritas en el punto anterior) difieren de las que experimenta en ese instante.

Análisis estadístico

Dado que los datos no se ajustaban a una distribución normal se utilizó en todo momento estadística no paramétrica. Los datos de los tres grupos de alumnos se agruparon en un único conjunto tras comprobar la ausencia de diferencias significativas entre ellos. Los test de normalidad (Kolmogoro-Smirnov y Shapiro-Wilk), el análisis de correlación (Spearman) y el análisis factorial exploratorio se realizaron con el programa SPSS v19 (IBM software). Para la extracción de los factores se emplearon mínimos cuadrados generalizados y una rotación oblimin. Una vez calculados, los factores fueron guardados como variables centradas. El análisis factorial se consideró satisfactorio cuando la probabilidad de identidad de los datos observados y los esperados era mayor que 0.05 (test χ^2). En todos los casos la fiabilidad (alfa de Cronbach) y la medida de adecuación muestral (Kaiser-Meyer-Olkin) eran mayores que 0.7 y 0.8, respectivamente. Las pruebas no paramétricas empleadas para comparar grupos, las gráficas y las regresiones lineales se realizaron con el programa Kaleidagraph v 5 (Synergy software).

RESULTADOS

Los alumnos manifestaron experimentar todas las emociones sobre las que se les interrogó. La intensidad de las emociones descritas por los alumnos variaban según el contexto académico. Las emociones positivas eran más intensas en las clases prácticas que en las clases expositivas, mientras que las emociones negativas eran, en general, más intensas en las clases teóricas. Además, salvo en el caso de la incertidumbre, esta diferencia entre clases teóricas y prácticas era significativa (Fig. 1).

El estudio de las intercorrelaciones entre las emociones mostró que, para cada contexto académico, las emociones positivas se correlacionaban significativamente entre ellas, al igual que las negativas entre ellas. Esto sugirió la existencia de un factor latente común para cada grupo de emociones (positivas o negativas) en cada uno de los 3 contextos académicos (clases teóricas habituales, clases prácticas habituales y la práctica de extracción de ADN). Un análisis factorial exploratorio confirmó la existencia de factores latentes para cada uno de estos grupos de emociones. El modelo factorial empleado para extraer los seis factores latentes era plausible ya que no se observaban diferencias significativas entre los datos observados y los esperados (test χ^2 , $p > 0.05$).

Los factores correspondientes a las emociones experimentadas de forma habitual durante las prácticas se correlacionaban positiva y significativamente (valor- $p < 0.001$, Spearman bilateral) con los de las emociones descritas justo antes de la práctica de extracción de ADN (las positivas con las positivas y las negativas con las negativas). Lo que sugiere una asociación entre las emociones pasadas y presentes.

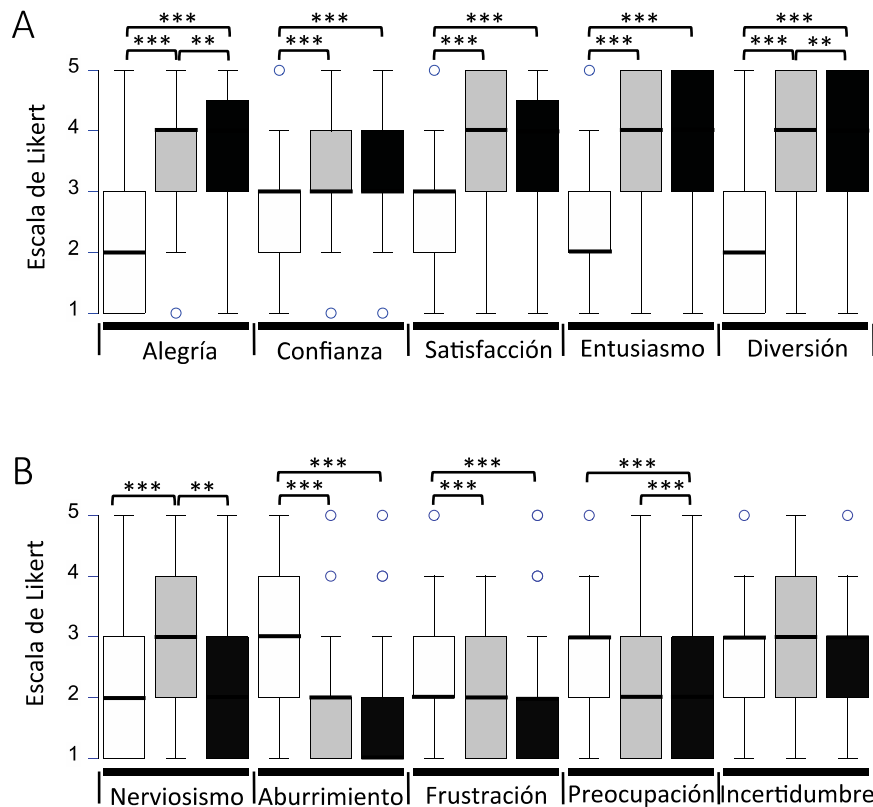


Figura 1: Distribución de la intensidad de las emociones positivas (A) y negativas (B) que han experimentado de manera habitual los participantes del estudio durante las clases expositivas (cajas vacías), las clases prácticas (cajas grises) y justo antes de realizar una práctica de extracción de ADN (cajas rayadas). En el interior de cada caja la línea gruesa horizontal señala el valor de la mediana. Los límites inferiores y superiores de cada caja corresponden a los percentiles 25 y 75, respectivamente. La terminación inferior y superior de las líneas verticales se aproxima a los percentiles 5 y 95, respectivamente. Sobre las cajas se muestran unas líneas horizontales que unen grupos significativamente diferentes (Test de Kruskal-Wallis, $***P < 0.001$, $**P < 0.01$).

El grado de conocimiento de los contenidos de Biología Celular y Genética de los participantes en el estudio fue muy diverso, tanto con respecto a la prevalencia de preconcepciones erróneas (examinadas en el cuestionario P1) como a la utilización de conceptos clave (examinados en los cuestionarios P2 y P3). Los conocimientos mostrados en los cuestionarios eran resultado de un aprendizaje desarrollado hace más de cinco años, ya que la formación previa de los participantes referente a aspectos de la biología de la célula (estructura y función) y de la herencia en los seres vivos (estructura y mecanismo) alcanzó como máximo, en la mayor parte de los casos, el nivel correspondiente a la ESO. Se trata, por tanto, de un aprendizaje duradero.

Los estudios de correlación permitieron observar una asociación significativa entre la intensidad de algunas emociones y el aprendizaje (Fig. 2). Los alumnos que mostraron mejor conocimiento de conceptos de biología (cuestionarios P2 y P3) eran los que experimentaban menor intensidad de nerviosismo, preocupación e incertidumbre en las clases teóricas y menor intensidad de aburrimiento, frustración y preocupación en las prácticas.

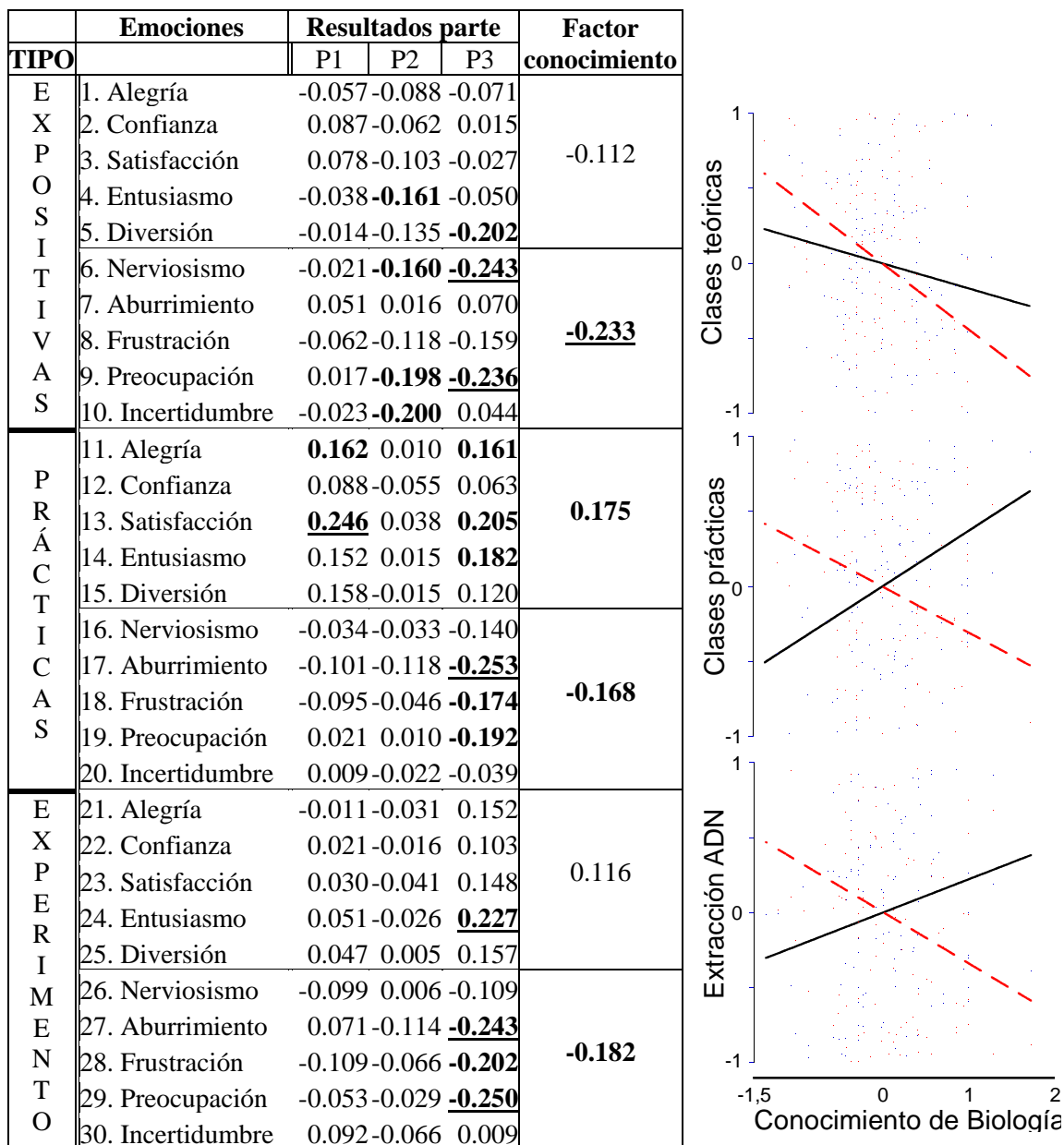


Figura 2: Correlaciones entre las pruebas de conocimiento (P1, P2 y P3) y las emociones experimentadas durante las clases teóricas, prácticas y antes del experimento de extracción de ADN. En negrita y negrita subrayado se muestran las correlaciones significativas (Spearman bilateral) al nivel 0.05 y al nivel 0.01, respectivamente. La columna de la derecha muestra la correlación entre el factor conocimiento (resultado del análisis factorial de P1, P2 y P3) y el factor correspondiente a cada grupo de emociones, positivas y negativas, en cada contexto. La gráfica de la derecha muestra la regresión lineal entre el factor de conocimiento de biología y los factores de las emociones positivas (línea continua) y negativas (línea discontinua) en diferentes contextos académicos.

Por otro lado, estos alumnos eran los que experimentaban mayor intensidad de alegría, satisfacción y entusiasmo en las clases prácticas. Curiosamente, los alumnos que mostraron mejor conocimiento de biología experimentaban menos entusiasmo y diversión en las clases teóricas. La prevalencia de preconcepciones solo mostró una asociación positiva significativa con la alegría y la satisfacción experimentada en las clases prácticas (Fig. 2).

El análisis factorial y el análisis de correlación entre factores apoyaron los resultados anteriores. Se observa una correlación negativa significativa entre el factor de las emociones negativas para cada situación (clases expositivas, clases prácticas y el experimento del ADN) y el factor de aprendizaje. Por otro lado, la correlación es positiva y significativa entre el factor de las emociones positivas en las clases prácticas y el aprendizaje (Fig. 2). Finalmente, las regresiones lineales entre factores (gráficas de la Fig. 2) muestran hasta que punto una modificación en las emociones experimentadas por el alumno, en el aula o laboratorio, podría mejorar el aprendizaje. Se observa que el aprendizaje podría ser favorecido si se disminuyesen en general las emociones negativas y se aumentasen las emociones positivas en las prácticas.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los estudiantes experimentan una gran diversidad de emociones en el aula, desde la alegría vinculada a un logro académico hasta la frustración relacionada con la imposibilidad de comprender un concepto difícil (Pekrun, 2006; Mellado Jiménez et al., 2014). Como muestran nuestros resultados, la intensidad de las emociones descritas por los estudiantes depende del contexto académico. Es notorio que las actividades prácticas desencadenan una mayor intensidad de emociones positivas mientras que las clases expositivas se caracterizan por una mayor intensidad de emociones negativas. Las emociones expresadas por los alumnos no parecen ser el resultado de actitudes y creencias hacia una determinada situación, ya que hemos observado diferencias significativas entre la intensidad de algunas emociones sentidas de forma habitual en las prácticas (alegría, diversión, nerviosismo y preocupación) y esas mismas emociones descritas para ese momento en relación a la práctica que se iba a realizar (Fig. 1). Esto sugiere que el alumno diferencia entre sus creencias sobre emociones pasadas y las emociones que siente en ese preciso momento. La correlación positiva, entre los factores correspondientes a las emociones pasadas y esas emociones experimentadas inmediatamente antes de la práctica, sugiere que las experiencias emocionales pasadas podrían condicionar experiencias futuras.

En la muestra de alumnos estudiada, el conocimiento de conceptos de biología era muy diverso. Esto, junto a los autoinformes de sus experiencias emocionales, nos ha permitido detectar una asociación significativa entre el aprendizaje de conceptos de biología y las emociones presentes y pasadas. Los alumnos con mayores conocimientos de biología eran los que más emociones positivas y menos emociones negativas habían experimentado en las prácticas (Fig. 2).

En conjunto, nuestro trabajo apoya la posibilidad de una asociación duradera entre los resultados del aprendizaje y las emociones experimentadas en diferentes contextos académicos. Si además tenemos en cuenta que las emociones académicas pasadas condicionan las emociones académicas presentes, nuestro trabajo apunta a un papel fundamental de las emociones en la adaptación a la vida académica y en el mantenimiento de un aprendizaje permanente posterior.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación de la Junta de Extremadura, el Fondo Social Europeo (GR15009) y el M.E.C. D.G.I. (Proyecto: EDU2012-34140). José María Marcos Merino es beneficiario de una beca de iniciación a la investigación de la Universidad de Extremadura.

BIBLIOGRAFÍA

- Banet, E., y Ayuso, G. (1995). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 137-153.
- Caballer Senabre, M., y Giménez, I. (1993). Las ideas del alumnado sobre el concepto de célula al finalizar la educación general básica. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 063-068.
- Caballero Armenta, M. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), 227-244.
- Camacho González, J. P., Jara Colicoy, N., Morales Orellana, C., Rubio García, N., Muñoz Guerrero, T., y Rodríguez Tirado, G. (2012). Los modelos explicativos del estudiantado acerca de la célula eucarionte animal. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(2).
- Damasio, A., y Carvalho, G. B. (2013). The nature of feelings: evolutionary and neurobiological origins. *Nature Reviews Neuroscience*, 14(2), 143-152.
- Díaz de Bustamante, J., y Jiménez Aleixandre, M. (1996). ¿Ves lo que dibujas? Observando células con el microscopio. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 183-194.
- Dolan, R. J. (2002). Emotion, Cognition, and Behavior. *Science*, 298(5596), 1191-1194.
- Eldar, E., y Niv, Y. (2015). Interaction between emotional state and learning underlies mood instability. *Nature communications*, 6.
- Etkin, A., Büchel, C., y Gross, J. J. (2015). The neural bases of emotion regulation. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(11), 693-700.
- Gu, X., Liu, X., Van Dam, N. T., Hof, P. R., y Fan, J. (2013). Cognition–emotion integration in the anterior insular cortex. *Cerebral Cortex*, 23(1), 20-27.
- Kassam, K. S., Markey, A. R., Cherkassky, V. L., Loewenstein, G., y Just, M. A. (2013). Identifying emotions on the basis of neural activation. *PLoS One*, 8(6), e66032.
- Koshland, D. E. (2002). The seven pillars of life. *Science*, 295(5563), 2215-2216.
- Mauss, I. B., y Robinson, M. D. (2009). Measures of emotion: A review. *Cognition and emotion*, 23(2), 209-237.
- Mellado Jiménez, V., Borrachero, A. B., Jiménez, R., Costillo, E., Esteban, R., Bermejo, M. L., . . . Ruiz, C. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 0011-0036.
- Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational psychology review*, 18(4), 315-341.
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., y Perry, R. P. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research. *Educational psychologist*, 37(2), 91-105.
- Pessoa, L. (2008). On the relationship between emotion and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(2), 148-158.
- Robinson, M. D., y Clore, G. L. (2002). Belief and feeling: evidence for an accessibility model of emotional self-report. *Psychological bulletin*, 128(6), 934.
- Rubin, D. C., y Talarico, J. M. (2009). A comparison of dimensional models of emotion: Evidence from emotions, prototypical events, autobiographical memories, and words. *Memory*, 17(8), 802-808.
- Watson, D., y Tellegen, A. (1985). Toward a consensual structure of mood. *Psychological bulletin*, 98(2), 219.
- Wentura, D., Rothermund, K., y Bak, P. (2000). Automatic vigilance: the attention-grabbing power of approach-and avoidance-related social information. *Journal of personality and social psychology*, 78(6), 1024.

“La pregunta del millón”. Una estrategia de búsqueda, análisis y selección de información

Pérez-Guzmán, C., Vílchez-González, J. M.

Departamento de Ciencias. Colegio Caja Granada.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada.

custodiopg@gmail.com

RESUMEN

En la época en la que vivimos vemos muy necesario que nuestros alumnos sepan buscar, analizar y estructurar la información que reciben o que encuentran; deben aprender a seleccionarla para su buen aprovechamiento, ya que esto se considera una fase esencial de toda indagación escolar. En este trabajo presentamos una propuesta de actuación y mostramos su eficiencia en el área de Ciencias Naturales. Esta estrategia, que se intenta enmarcar en tendencias constructivistas, hace al alumnado partícipe de su propio aprendizaje, a la vez que permite adquirir conocimiento sobre cuestiones fundamentales en la enseñanza-aprendizaje del conocimiento científico.

Palabras Clave. Pregunta del millón, Educación Primaria, aprendizaje participativo, selección de información.

INTRODUCCIÓN

Una de las etapas más importante en la formación del alumnado es la Educación Primaria, en la medida en que en ella se van a adquirir, desarrollar y afianzar las principales estrategias de aprendizaje, que les servirán para la asimilación de contenidos en etapas posteriores.

No obstante, existen investigaciones que corroboran que el alumnado muestra importantes carencias formativas al finalizar esta etapa, especialmente en las diferentes disciplinas científicas. Algunos estudios (Mellado, 2003), ven como una posible causa las infructuosas reformas educativas que se siguen basando en antiguas estructuras organizativas, aunque no como la única razón, señalando entre otras posibles causas el bajo interés mostrado por nuestro alumnado hacia el aprendizaje, recursos inadecuados, continuos cambios curriculares, etc. (Pozo y Gómez, 1998).

Por su parte, las sucesivas evaluaciones PISA muestran que el alumnado español no solo tiene problemas para finalizar los estudios obligatorios, sino que muestra importantes deficiencias en la competencia científica, entre otras.

En ningún caso debemos lamentarnos de la situación, sino más bien buscar alternativas y nuevas estrategias para tratar de mejorar la motivación de nuestro alumnado y, con ello, el aprendizaje de conocimientos científicos y el desarrollo de las competencias básicas.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Las estrategias basadas en el cambio conceptual, así como las concepciones alternativas del alumnado, están siendo objeto de estudio desde ya hace tiempo (Moreira, 1994; Pérez,

De Manuel y Fernández, 2005) como alternativa a las metodologías tradicionales centradas en la transmisión-recepción del conocimiento, que son consideradas, en parte, las responsables de las deficiencias que afloran actualmente en el aprendizaje, concretamente en el campo de las ciencias.

Si consideramos el aprendizaje como un proceso de cambio, conceptual y metodológico, que engloba una serie de modificaciones tanto en las formas de razonar y afrontar los problemas como en las finalidades, actitudes, intereses y valores aceptados por la comunidad, se puede entender dicho aprendizaje como un proceso de investigación dirigida mediante el que se permite al alumnado participar en la elaboración de sus conocimientos científicos.

Diferentes investigaciones en el campo de la Didáctica de las Ciencias (Pérez, 2004; Miner, Levery y Century, 2010), determinan que el aprendizaje es mucho más significativo y eficiente en los casos en los que el alumnado forma parte activa del mismo. De esta manera se fomenta el aprendizaje basado en métodos relacionados con el trabajo científico, en los que se utilizan estrategias propias de la génesis y evolución de la ciencia (Gil, 1993; Furió, Barrenetxea y Reyes, 1994; Gil, 1996; Gil y Vilches, 2005).

Sin embargo, algunos trabajos muestran que existen grandes lagunas en el profesorado a la hora de dirigir estrategias de indagación e investigación en el aula (Vílchez y Bravo, 2015) que determinen una metodología más activa y participativa. En particular, algunos autores, como Forbes y Davis (2010), muestran que estos problemas pueden estar relacionados con unas inadecuadas creencias y actitudes de los profesores hacia la ciencia, ya que algunos la consideran como un conjunto cerrado de conocimientos. Junto a esto, otros como Anderson (1996) añaden otras dificultades como la falta de recursos, limitación de tiempo, extenso currículo, o presión de los padres.

Por otra parte, también se propone una aproximación del trabajo de la comunidad científica y de la ciencia a nuestros alumnos (Gil, 1993; Acevedo *et al.* 2005), para evitar el distanciamiento que se da en la actualidad, y que poco o nada favorece el aprendizaje científico.

Desde este punto de vista, hemos de considerar a los alumnos como investigadores activos, y al profesorado como persona que guía o dirige dicha investigación (Pérez, 2015). Sin embargo, lejos de esta situación, la realidad nos muestra cómo la mayoría de los profesores se encuentran anclados en exposiciones magistrales de reproducciones memorísticas de contenidos, previamente recogidos y plasmados en libros de texto que van marcando el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Siguiendo esta dinámica, algunos trabajos (Gil, González y Santos, 2006) muestran cómo un gran número de docentes se inclina más por el predominio de conceptos y teorías de la ciencia, que por una metodología basada en la indagación centrada en contenidos relacionados con la vida cotidiana. Del mismo modo, aparece un claro predominio del tradicional método de exposición-recepción de los contenidos, en contra de una metodología más activa y exploratoria, lo que puede ser considerado como una de las posibles causas del bajo interés mostrado por los alumnos en el aprendizaje.

También deben tenerse en cuenta otras variables como la humanización de la ciencia, adecuación de los contenidos a la capacidad cognitiva de los alumnos, utilización de un lenguaje adecuado por parte del profesorado acorde a los alumnos a los que se dirige, secuenciación adecuada de los contenidos, así como las concepciones alternativas, entre otras; son fundamentales para que se pueda llevar a cabo un aprendizaje constructivo y

significativo, y con ello conseguir una mejora en la alfabetización científica y una mayor democratización de la ciencia (Pérez, 2004).

Siempre hemos planteado la idea de que a los alumnos hay que hacerlos partícipes de su propio aprendizaje; por ello, partimos de la base de que un aprendizaje centrado en la búsqueda y selección de información, es mucho más positivo que un simple aprendizaje por transmisión-recepción de contenidos.

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

En el colegio Caja General de Ahorros de Granada, centro concertado que se encuentra en la capital, con un nivel socioeconómico medio de clase trabajadora, durante varios años venimos poniendo en marcha una metodología no transmisiva en el área de Ciencias Naturales, concretamente en quinto o sexto curso de Educación Primaria dependiendo del profesorado implicado.

La metodología se basa en propiciar un entorno adecuado para desarrollar en el alumnado algunas habilidades relacionadas con la búsqueda, análisis y selección de información. Para ello, en cada unidad temática el profesor plantea una cuestión, que llamamos “*la pregunta del millón*”, a la que los alumnos deben dar explicación. Esta cuestión se plantea al grupo al principio de cada unidad y se va desarrollando durante su transcurso, exponiéndose el resultado al final del tema al resto de compañeros. Dicho trabajo puede realizarse tanto en grupo como individual (se deja a su elección para evitar interferir en la organización familiar), y requiere diferente demanda cognitiva de acuerdo a las diversas cuestiones a las que deben enfrentarse.

En este caso, son asesorados en cuanto a aquellos lugares de búsqueda que deben visitar, y se les dan unas directrices sobre la estructura y contenidos de la presentación final. Si algún grupo o alumno durante el desarrollo del trabajo necesita ayuda, bien en cuanto a que no halla la respuesta, bien a que se encuentra en situación confusa, el profesor le asesora sin dar la solución definitiva.

Los trabajos pueden presentarse en distintos formatos, desde los clásicos en forma impresa o mural, hasta los que implican la utilización de soporte informático (Power-Point, audiovisual, etc.). La búsqueda de información va acompañada, en cada unidad, de explicaciones magistrales por parte del profesor en las que se utiliza el libro de texto como herramienta de apoyo, en ningún momento como recurso único e imprescindible.

Esta metodología se lleva poniendo en práctica durante varios años; no obstante, en el curso 2014-2015, con un grupo de 27 alumnos de 5º curso de Educación Primaria (grupo experimental), además de proponer en cada unidad de Ciencias Naturales las preguntas del millón relacionadas con los contenidos de la misma (Tabla 1), la correspondiente a *El Universo* se planteó casi en su totalidad mediante este método de búsqueda, análisis, y selección de información.

En la tabla 1 se presentan las preguntas realizadas.

UNIDAD	PREGUNTAS DEL MILLÓN
Los seres vivos	<i>“¿Qué son las células?”</i>
El reino de las plantas	<i>“¿Cómo se nutren las plantas?”</i>
Protección del medio ambiente	<i>“¿Cómo podemos cuidar nuestro medio ambiente?”</i>
La Tierra	<i>“¿Qué son los terremotos?”</i> <i>“El terremoto de 1884”</i>
El Universo	<i>“¿Qué es el Sistema Solar? Cuerpos celestes que lo forman”</i> <i>“Diferencias entre planetas interiores y exteriores ¿Qué es el cinturón de asteroides?”</i> <i>“¿Qué diferencia hay entre planeta y satélite?”</i> <i>“¿Qué son las estrellas?”</i> <i>“¿Son iguales constelaciones y galaxias? La vía Láctea”</i> <i>“Exploración del espacio ¿Cuáles fueron los primeros satélites, vuelos tripulados y cómo se conquistó la Luna?”</i>
La materia y sus transformaciones	<i>“¿Por qué un alfiler que pesa unos gramos se hunde, y un barco que pesa toneladas flota?”</i> <i>“¿Puede flotar un alfiler?”</i>
Las fuerzas y el movimiento	<i>“¿Qué es la gravedad?”</i> <i>“¿Es posible que a los habitantes del hemisferio sur les duela más la cabeza por estar boca abajo?”</i>

Tabla 1. Preguntas del millón realizas por unidad en el área de Ciencias Naturales

En este caso se pretendió que los alumnos fueran los auténticos artífices y que participaran de forma activa en su aprendizaje, con el interés de mejorar el mismo en las ciencias, y con el objetivo de comprobar si ésta metodología responde a una mejora en dicho aprendizaje. Para ello se organizaron tres tipologías de trabajos:

- La clase se organizó por grupos y a cada uno se le asignó una pregunta en concreto.
- Se elaboró una representación a escala del Sistema Solar en el gimnasio del Centro, así como la exposición de los distintos trabajos realizados. Se tuvieron que utilizar dos escalas, una para distancias interplanetarias y otra para los tamaños de los planetas, teniendo en este caso como referencia un Sol de diez metros de radio.
- Por último, y de forma paralela, cada uno de los planetas de nuestro Sistema Solar, al igual que el Sol, también fueron objeto de estudio. En este caso la clase se dividió en nueve grupos (por el profesor y siguiendo el orden de lista), a los que se asignó por sorteo un planeta o el Sol, y se les facilitó una estructura básica que debían seguir, a fin que los resultados finales fueran lo más completos y con el formato lo más parecido posible. Este trabajo también se llevó a cabo del mismo modo en el otro grupo de quinto curso del Centro, formado por 24 alumnos, al que consideraremos como grupo control. Dicho grupo mantuvo el método tradicional de enseñanza-aprendizaje basado en la trasmisión-recepción de contenidos, con clases magistrales y seguimiento del libro de texto (la asignatura la impartía otro profesor).

En este caso, la función del profesor era la de secuenciar los contenidos, distribuir las preguntas del millón, organizar y supervisar los trabajos, aclarar las dudas, y recomendar actividades de la unidad una vez tratados los puntos correspondientes. Como en las otras unidades, los trabajos de *la pregunta del millón* fueron expuestos en clase al resto de compañeros, al igual que los trabajos de los planetas y el Sol.

Al final de la unidad ambos grupos fueron evaluados, al igual que en el resto de temas del área, utilizando la misma prueba final. Dicha prueba se configura siguiendo un modelo tradicional, en la medida que se pretendía utilizar el mismo instrumento de evaluación tanto para el grupo experimental como grupo control.

Los trabajos de los planetas y el Sol, una vez presentados en clase, fueron expuestos en una página web creada para la ocasión (<http://armarpin.wix.com/sistemasolar>), para que padres y alumnos pudieran consultarlos.

En la elaboración de la exposición del Sistema Solar, así como en la creación de la página web, trabajaron todos los alumnos de la clase, haciéndolos partícipes en todo momento. Del mismo modo, también participaron varios profesores y maestros en formación que impartían clase en el grupo y que están muy sensibilizados con este método de trabajo.

La exposición del Sistema Solar fue presentada a los alumnos de todo el colegio, tanto de Educación Primaria como de Educación Secundaria. Dichas visitas fueron guiadas por los profesores, maestros en formación y alumnos que contribuyeron a su elaboración. Durante las mismas se explicaba en qué consistía la exposición y se realizaba un viaje virtual por cada uno de los planetas del Sistema Solar, todo ello acorde con el nivel de los visitantes. Dicho viaje virtual se llevó a cabo con una proyección en el techo del gimnasio, gracias a la ayuda de la aplicación Solar Walk, modelo 3D del Sistema Solar, de App Store para iPad.

En Primer Ciclo se elaboró y escenificó un pequeño teatro para tratar el sistema Tierra-Sol, se cantaron canciones y se realizaron varias actividades como completar y colorear fichas, así como representaciones con balones y linternas. En cuanto a Segundo Ciclo se enfatizó sobre todo en el sistema Tierra- Luna, haciendo especial hincapié en las estaciones del año y las fases lunares. En Tercer Ciclo se destacó especialmente las dimensiones de los distintos cuerpos celestes que forman nuestro Sistema Solar, así como las distancias que hay entre los mismos, realizando un viaje virtual a cada uno de los planetas. Por último, en las visitas de los alumnos correspondientes a cursos de Educación Secundaria, además de lo expuesto con los alumnos de Tercer Ciclo, se hizo un recorrido por la concepción del universo a lo largo de la historia, y también se viajó virtualmente a varias estrellas de nuestra galaxia, así como a otras galaxias tanto próximas como lejanas.

RESULTADOS

Los resultados en ambos grupos se analizan en función de las calificaciones alcanzadas en cada una de las unidades del área de Ciencias Naturales, obtenidas a partir de una prueba al final de cada tema elaborada para la ocasión, así como de su esfuerzo, participación y trabajo diario observado por parte del profesor.

Del mismo modo, también se han registrado las calificaciones del grupo control, el cual sigue una metodología tradicional de enseñanza-aprendizaje basada en la transmisión-recepción de contenidos y centrada en clases magistrales con un uso exclusivo del libro de texto.

En la Gráfica 1 se presentan las medias de las calificaciones obtenidas por los alumnos del grupo experimental en las distintas unidades del área de Ciencias Naturales.

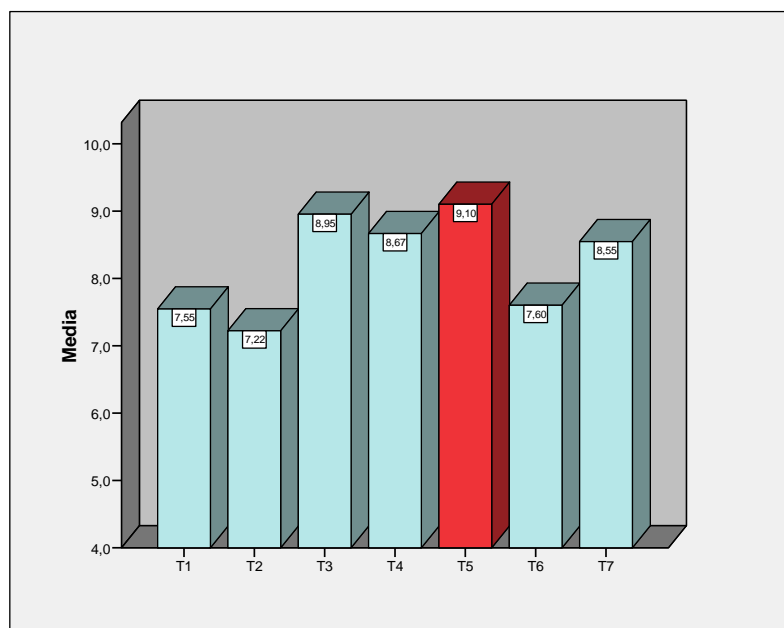


Gráfico 1. Media en las unidades de C. Naturales en grupo experimental

En la gráfica se aprecia cómo en la unidad de *El Universo* (T5), unidad que se impartió casi en su totalidad siguiendo la estrategia de *la pregunta del millón*, en la que además participaron en la elaboración y puesta en marcha de la exposición del Sistema Solar, las calificaciones medias han sido superiores al resto de temas.

Del mismo modo, si observamos la siguiente tabla de descriptivos (*Tabla 2*), podemos apreciar que la variable T5 no solo presenta una mayor media en las calificaciones obtenidas, sino que también muestra una menor desviación típica, lo que a su vez refleja que existe una menor diferencia entre las puntuaciones alcanzadas.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
T1	27	2,50	10,00	7,5463	2,07786
T2	27	1,50	10,00	7,2222	2,52424
T3	27	6,25	10,00	8,9537	1,13094
T4	27	3,75	10,00	8,6667	1,70548
T5	27	5,50	10,00	9,1019	1,11644
T6	27	4,25	10,00	7,6020	1,63383
T7	27	4,00	10,00	8,5463	1,32838
N válido (según lista)	27				

Tabla 2. Estadísticos descriptivos correspondientes al área de C. Naturales en grupo experimental

El Gráfico 2 muestra la misma información, pero del grupo control. En ella se observa que las calificaciones son más bajas en todas las unidades respecto al grupo experimental.

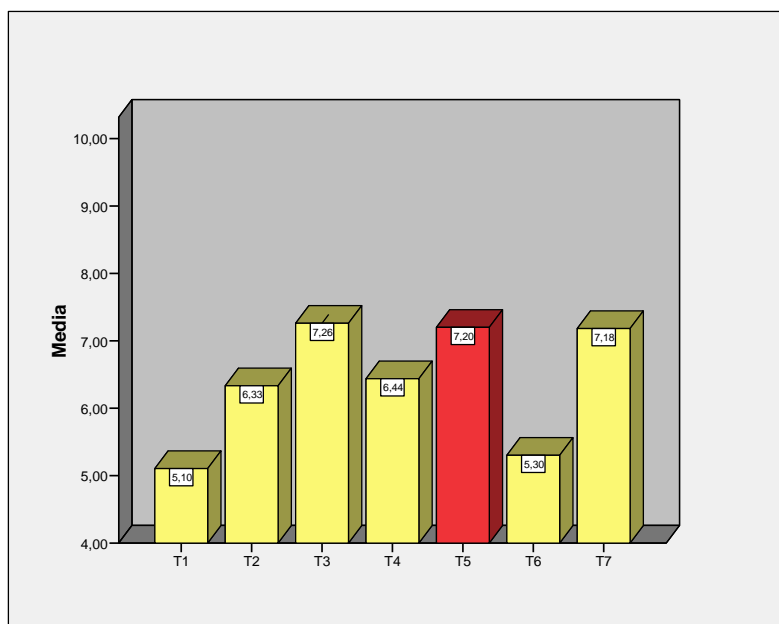


Gráfico 2. Media en las unidades de C. Naturales en grupo control

En la Tabla 3 se puede apreciar que *El Universo* (T-5), es una de las unidades donde se ha obtenido mejores calificaciones, presentando también una menor desviación típica respecto al resto. No obstante, destacar igualmente que en las variables T-3 y T-7 las puntuaciones obtenidas han sido muy parecidas, incluso mejores en algunos casos.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
T1	24	,75	9,25	5,1050	2,66108
T2	24	1,25	10,00	6,3333	2,08862
T3	24	5,25	9,50	7,2604	1,33408
T4	24	1,50	10,00	6,4375	2,42188
T5	24	2,00	10,00	7,2000	1,84426
T6	24	,50	9,50	5,3021	2,47924
T7	24	3,75	10,00	7,1825	1,93705
N válido (según lista)	24				

Tabla 3. Estadísticos descriptivos correspondientes al área de C. Naturales en grupo control

La comparación entre los datos obtenidos de ambas clases, permite apreciar que los resultados en el grupo experimental, en el que se aplica como estrategia de aprendizaje “*la pregunta del millón*”, son más positivos en todas las unidades que los del grupo control que sigue un modelo más tradicional.

De igual modo, también se aprecia una menor desviación típica en la mayoría de las unidades en cuanto a las calificaciones obtenidas por los alumnos del grupo experimental, frente a los alumnos del grupo control.

CONCLUSIONES

Una vez evaluados los resultados, las principales conclusiones son las siguientes:

- En el área que se imparte bajo una metodología activa que implica una búsqueda, diferenciación, análisis, selección de la información hallada y exposición de la misma, los alumnos reflejan un alto índice de aprobados.

- Las calificaciones son más altas en los casos en los que se aplica una metodología más activa y participativa que en aquellos que mantienen modelos de enseñanza más tradicionales.
- Excepto en una unidad, las calificaciones son más homogéneas en aquellos casos en los que el aprendizaje es más activo que en los que se utiliza una metodología basada en la transmisión-recepción de contenidos.

En cuanto a las actitudes mostradas por los alumnos, al no haber llevado a cabo un registro empírico no podemos emitir conclusión alguna, aunque sí la valoramos positivamente en la medida que éstos experimentaban un aprendizaje en el que se sentían partícipes afrontando los distintos retos que se les planteaban, y así lo manifestaban durante el desarrollo de las unidades.

De igual manera, destacar la importancia del trabajo grupal, en la medida que fortalece y afianza las relaciones entre iguales, favoreciendo con ello la asimilación y el aprendizaje de los contenidos.

PROPUESTAS DE MEJORA

Para próximos cursos pretendemos implicar a un mayor número de profesores para abarcar todas las clases de Tercer Ciclo de Educación Primaria en el área de Ciencias Naturales; aunque somos conscientes de los inconvenientes que esto supone tanto en tiempo como en esfuerzo, así como del trabajo extraordinario que conlleva.

Del mismo modo, también trataremos de controlar la variable actitudes, a fin de analizar en mayor medida cómo influye esta metodología en la actitud hacia la ciencia de nuestros alumnos, de cara a futuros trabajos.

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, J. A., Vázquez, A., Martín, M., Oliva, J. M., Acevedo, P., Paixão, M. F. y Manassero, M. A. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), 121-140. Último acceso el 29 de octubre de 2011, desde http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen2/Numero_2_2/Acevedo_el_al_2005.pdf.

Anderson (1996). *Study of curriculum reform*. Washintong DC:US Goverment Printing Office.

Forbes, C. T. y Davis, E. A. (2010). Curriculum desing for inquirí. Pre-service elemntary teachers' mobilization and adaptation of science curriculum materials. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 820-839.

Furió, C., Barrenetxea, I. y Reyes, J. V. (1994). Contribución de la resolución de problemas como investigación al paradigma constructivista de aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 24, 88-89.

Gil, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 197-212.

Gil, D. (1996). New trends in science education. *International Journal of Science Education*, 18 (8), 809-901.

Gil, D. y Vilches, A. (2005). Inmersión en la cultura científica para la toma de decisiones. ¿Necesidad o mito? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2

(3), 302-329. Último acceso el 24 de octubre de 2011, desde http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen2/Numero_2_3/Gil_Vilches_2005b.pdf.

Gil, A., González, M. E. y Santos, M. T. (2006). Situación de la educación científica en la Educación Infantil y Primaria en la Comunidad Autónoma del País Vasco. *Alambique*, 48, 109-118.

Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), 343-358

Minner, D.D., Levery, A. J. y Century, J. (2010). Inquiry-based Science instruction-Wath is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (4), 474-496.

<http://dx.doi.org/10.1002/tea.20347>

Moreira, M.A. (1994). Diez años de la revista "Enseñanza de las Ciencias": de una Ilusión a una Realidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 147-153.

Pérez Guzmán, C. (2004). *Adecuación de contenidos de Oxidación y Reducción a la edad madurativa de los alumnos. Una propuesta para los niveles de once a catorce años*. Granada. Editorial Universidad de Granada.

Pérez Guzmán, C. (2015). *¿Investigamos? Otra forma de aprender ciencia en el aula*. Comunicación presentada en las II Jornadas-Taller sobre Creatividad e Innovación en Educación a través de Proyectos Colaborativos Multicompetenciales, celebradas en Granada.

Pérez, C., de Manuel, E., y Fernández, E. (2005). El concepto de reversibilidad química en la Educación Secundaria Obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, 2005. Número Extra. VII Congreso. 1-5.

Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M.G. (1998). *Aprender y Enseñar Ciencia. Del Conocimiento Cotidiano al Conocimiento Científico*. Madrid: Morata.

Vílchez, J.M. y Bravo, B. (2015). Percepción del profesorado de ciencias de educación primaria en formación a cerca de las etapas y acciones necesarias para realizar una indagación escolar. *Enseñanza de las Ciencias*. 33 (1), 185- 202.

Programación para el aprendizaje de Física en Bachillerato. Eficacia y permanencia de los conceptos a largo plazo

Roldán, C., Perales, F. J., De la Torre, A., Escudero, J.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.

croldan@ugr.es

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.

fperales@ugr.es

***Departamento de Teoría de la Señal, Telemática y Comunicaciones. Universidad de Granada.*

atv@ugr.es

****Colegio Juan XXIII Cartuja de Granada.*

RESUMEN

En el año 2015 se realizó un estudio para verificar la viabilidad y los posibles beneficios que proporcionan a los alumnos de Bachillerato el aprendizaje de los conceptos de Física resolviendo los problemas de Física mediante programación por ordenador. El estudio evidenció unos resultados significativamente positivos, tanto en pruebas de conocimiento como de actitud. En el presente trabajo se amplía el referido estudio para contrastar si el aprendizaje utilizando la programación por ordenador resulta también eficaz a largo plazo, evidenciado a través de una permanencia de los conceptos mayor que en el aprendizaje tradicional.

Palabras clave

Física, programación, pensamiento computacional, resolución de problemas, educación secundaria.

INTRODUCCIÓN

En Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato la resolución de problemas juega un papel esencial para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales y, en concreto, de la Física. Requiere que el alumno aprenda habilidades tales como aplicar los conocimientos teóricos, realizar cálculos aritméticos, controlar variables, formular hipótesis e interpretar gráficas y ecuaciones (Perales-Palacios, 2000; Adams y Wieman, 2015). Sin embargo, con frecuencia los alumnos presentan grandes dificultades en la resolución de los problemas de Física, particularmente cuando se combina el conocimiento teórico y el procedimental (Perales-Palacios, 2000; Pol *et al.*, 2008).

Desde hace tiempo se conocen las ventajas de usar el ordenador para resolver problemas y mejorar la comprensión de los conceptos de Física (Lewis y Harris, 1980; Jimoyiannis y Komis, 2001; Chabay y Sherwood, 2008; Landau, 2006; Rutten *et al.*, 2012). En la última década se ha producido un aumento del uso de las simulaciones por ordenador sobre fenómenos físicos, llamadas *fislets*, para reforzar el aprendizaje de conceptos de Física. Estas aplicaciones permiten simular fenómenos físicos por medio de modelos

fisicomatemáticos, pudiendo los alumnos modificar algunos parámetros para generar sus propias simulaciones (Christian, 1999; Bouciguez y Santos, 2010; Ulen *et al.*, 2014). Muchos autores destacan las ventajas de las simulaciones como herramientas didácticas: ayudan a comprender mejor la relación entre la realidad y las teorías o modelos físicos, generan mayor motivación en los alumnos (Sierra y Perales, 2003; Greis *et al.*, 2013) y, en general, los alumnos consiguen mejores calificaciones que usando el método tradicional (Araujo *et al.*, 2008; Jimoyiannis y Komis, 2001; Odo y Odo, 2016).

Hoy día resultan muy escasas las experiencias en las que los alumnos de Secundaria o Bachillerato aprenden a programar para generar sus propias simulaciones de un problema de Física. Esto contrasta con el hecho de que en la Universidad, ya desde el primer curso, los alumnos de las carreras de ciencias tienen que aprender a programar en uno o más lenguajes de programación. En este sentido, las fislets poseen una importante limitación ya que los alumnos generalmente ignoran que detrás de una simulación está el planteamiento del problema, el razonamiento lógico para su resolución y su implementación mediante algún lenguaje de programación. Facilitar a los estudiantes simulaciones de Física con código accesible y abierto, además de mantener las ventajas de las simulaciones sin código, a largo plazo permiten a los alumnos adquirir el pensamiento computacional y acercarlos al método y pensamiento científico (Wing, 2006; Grover y Pea, 2013; Barr y Stephenson, 2011; Barr *et al.*, 2011; Zapata-Ros, 2015).

Actualmente en España la mayoría de los centros educativos disponen de aulas TIC bien equipadas. Sin embargo, el uso que se hace de ellas resulta muy limitado. Los alumnos usan las TIC sobre todo para obtener, buscar, acceder y organizar contenidos de las asignaturas y, en mucha menor proporción, para generar documentos, realizar operaciones matemáticas o elaborar representaciones gráficas (Sigales *et al.*, 2008; Area-Moreira *et al.*, 2014). Sus conocimientos se limitan al uso de las herramientas Office como Word, Excel y los más avanzados saben usar *applets* o hacer *blogs*, pero generalmente no cómo programar. Muy pocos alumnos conocen qué es el código o algún lenguaje de programación.

En el año 2015 realizamos una experiencia piloto en la que se introdujo la programación por ordenador para la resolución de los problemas de Física (Roldán-Segura, 2015). El propósito de nuestro estudio era investigar las ventajas de incluir la programación por ordenador con código abierto. Se llevó a cabo un taller de 2 horas con alumnos de 1º de Bachillerato de la modalidad de Ciencias de varios institutos de la provincia de Granada (España). El objetivo didáctico de este estudio era doble: por una parte comprobar si ayudaba a la mejor comprensión de los conceptos físicos y, por otra parte, introducir a los alumnos en la adquisición del pensamiento computacional. Con esta primera experiencia pudimos también confirmar la viabilidad de la intervención ya que para su implementación se necesitaban ordenadores y software libre, ambos disponibles en todos los centros. Los resultados del estudio confirmaron que los alumnos adquirían una mejor comprensión de los conceptos de Física y una mayor motivación hacia la Física, además de las ventajas del acercamiento al pensamiento computacional.

En este trabajo presentamos un estudio posterior realizado para verificar la efectividad a largo plazo de la intervención realizada. Deseamos comprobar si el aprendizaje de los conceptos de Física mediante el uso de simulaciones con código abierto permite a los alumnos afianzar mejor tales conceptos físicos y los hace permanecer a largo plazo.

METODOLOGÍA

La experiencia de programación, realizada en junio de 2015, consistió en un taller de programación de los problemas de Física de dos horas de duración. Se realizó con alumnos de 1º de Bachillerato de la modalidad Científico-Tecnológica que cursaban la asignatura de Física y Química. En el momento de la realización del taller todos los alumnos ya habían estudiado la parte de Física. En total participaron voluntariamente 40 alumnos de cinco institutos diferentes de la provincia de Granada (Roldán-Segura, 2015). Todos ellos eran nativos digitales (nacieron y crecieron con la tecnología) pero sólo tres de ellos sabían lo que era programar y lo habían hecho alguna vez.

Hemos estudiado la efectividad de la intervención a largo plazo, comprobando la permanencia de los conceptos de Física de 11 de los alumnos que realizaron el taller de programación y de 28 alumnos (del mismo curso) que no lo realizaron en su momento. El tiempo transcurrido entre la realización del taller y la nueva cumplimentación del test fue de ocho meses.

Descripción de la experiencia

El taller de programación consistió en: (1) presentación a los alumnos de un video motivador donde se explicaban las ventajas de saber programar; (2) una introducción a la programación por ordenador con un lenguaje de alto nivel, *Octave*, donde los alumnos programaron unos primeros algoritmos sencillos de problemas de Física; (3) la utilización de simulaciones del movimiento de un proyectil usando programas con código abierto con diferentes niveles de complejidad, lo que les permitía cambiar los parámetros y entender cómo se habían generado las simulaciones. En las simulaciones de menor complejidad se definen las variables, se aplican las ecuaciones matemáticas apropiadas y se presenta la solución como un resultado numérico. Las siguientes simulaciones presentaban los resultados numéricos con gráficas o, incluso, con simulaciones del movimiento del proyectil lanzado desde altura cero o una determinada altura. La última simulación era un juego simple en el que los alumnos tenían que aplicar los conceptos de Física estudiados. En el anexo 1 se presenta, como ejemplo, el código de una de estas simulaciones de complejidad baja.

Diseño experimental

La investigación realizada en junio de 2015 se basó en una metodología cuantitativa usando un diseño pre-experimental de un solo grupo pretest-postest, de acuerdo con la clasificación de Campbell y Stanley (citado por Johnson y Christensen, 2014). Se recogieron datos sobre el conocimiento que los alumnos tenían acerca de los conceptos del problema de tiro parabólico antes de la intervención (pre) y después de la intervención (post). La hipótesis de investigación que pudimos confirmar fue que el uso de la programación por ordenador con código abierto para resolver problemas de Física mejora de manera significativa el aprendizaje de los contenidos de Física en los alumnos de 1º de Bachillerato, aun con una intervención limitada en el tiempo (Roldán-Segura, 2015).

Para estudiar la persistencia de los conceptos de Física, en el presente estudio nos planteamos la siguiente hipótesis: “La permanencia de los conceptos de tiro parabólico a largo plazo es mayor en los alumnos que realizaron el taller de programación”. Para verificar esta hipótesis se ha realizado una recogida de datos posterior a la intervención, a los ocho meses en uno de los institutos, tanto de alumnos que realizaron el taller (11 alumnos) como de los que no lo realizaron en su momento (grupo control con 28 alumnos). Como instrumento de evaluación de los conceptos de Física se diseñó un examen tipo test con ocho preguntas sobre conceptos del problema de tiro parabólico (se

presenta en el anexo 2). La primera pregunta consta de seis items en los que hay que responder verdadero o falso, las siete preguntas restantes tienen tres opciones. Este test se utilizó para la evaluación pre-taller, post-taller, a los 8 meses de la intervención y en el grupo de control.

RESULTADOS

En la figura 1 se muestran los resultados del examen tipo test sobre los conceptos del problema de tiro parabólico de cada uno de los 11 alumnos y los valores medios de los resultados obtenidos antes del taller (pre-taller), los inmediatamente después de realizar el taller (post-taller), y los resultados obtenidos ocho meses después de la realización del taller de programación (8 meses).

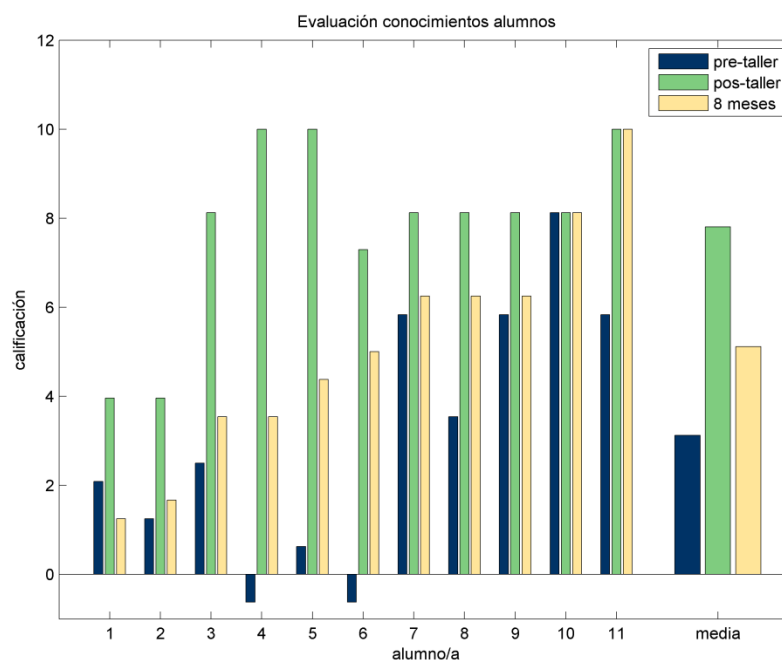


Figura 1. Resultados del test sobre tiro parabólico para los alumnos del grupo experimental: pre-taller, post-taller y ocho meses después del taller de programación de los problemas de Física.

En la figura 1 podemos observar que dos alumnos han obtenido una calificación negativa en el test antes del taller (alumnos 4 y 6). Sin embargo, los 11 obtienen calificaciones significativamente mejores después de realizar el taller, tres de ellos con la máxima calificación. Las calificaciones a los 8 meses son inferiores o iguales a las obtenidas inmediatamente después de la intervención, y superiores a las calificaciones obtenidas antes de la realización del taller, salvo en un caso (alumno 1). En promedio para todos los alumnos, la calificación a los ocho meses es 5.1 sobre 10, inferior a la obtenida inmediatamente después del taller (7.8), pero mayor que la obtenida antes de la realización del taller (3.1).

En la tabla 1 se muestra el análisis estadístico de las calificaciones. La zona superior presenta una descripción estadística de los resultados (número de alumnos, media y desviación estándar de las calificaciones). Estos datos corresponden al grupo control de 28 alumnos que no realizaron el taller de programación y a los 11 alumnos que realizaron el taller, con calificaciones antes del taller (Pre), inmediatamente después de la realización del taller (Post) y a los ocho meses tras la realización del taller de programación (8 meses).

Se ha comprobado que las distribuciones de las calificaciones son compatibles con una distribución normal de probabilidad usando el test de normalidad de *Shapiro-Wilk*. Se han comparado los valores promedio mediante la prueba estadística *t-Student* (los resultados se muestran en la zona inferior de la tabla). Para la comparación de las calificaciones con el grupo control se ha realizado un test no pareado y un test pareado para el resto.

	Grupo experimental (N=11)			
	Control (N=28)	Pre-Taller	Post-Taller	8 meses después
Media	2.81	3.12	7.80	5.11
Desv. Est.	2.19	2.94	2.12	2.63
Control-Pre (no pareado): $p=0.71$			Pre-Post (pareado): $p=9.9e-4$	
Control-Post (no pareado): $p=1.48e-7$			Pre-8meses (pareado): $p=1.21e-2$	
Control-8meses (no pareado): $p=8.1e-3$			Post-8meses (pareado): $p=1.58e-3$	

Tabla 1. Resultados estadísticos descriptivos: grupo control y grupo experimental (pre-taller, post-taller y 8 meses tras el taller), y comparación de medias usando el test de Student.

Se observan diferencias estadísticamente significativas entre las calificaciones de los grupos control y post-intervención después del taller (tanto inmediatamente como a los ocho meses). También hay diferencias estadísticamente significativas entre las calificaciones previas y posteriores al taller (tanto inmediatamente como a los ocho meses) y entre las calificaciones posteriores y a los ocho meses del taller.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Todos los alumnos obtienen mejores calificaciones después de realizar el taller. La calificación media de los alumnos pasa de 3.1 antes del taller a 7.8 inmediatamente después del taller, incrementándose por tanto en 4.7 puntos. Las calificaciones a los ocho meses de la realización del taller son inferiores a las obtenidas justo después del taller. Sin embargo, si comparamos las calificaciones promedio a los 8 meses (5.1) con las obtenidas previas al taller (3.1), vemos diferencias estadísticamente significativas ($p=0.0121$), lo que confirma que hay un efecto de permanencia a largo plazo de los conceptos adquiridos asociado a la realización del taller.

Las diferencias entre las calificaciones medias del grupo control (2.8) y las calificaciones obtenidas a los ocho meses por el grupo experimental (5.1) también son estadísticamente significativas ($p=8.1e-3$). Esto confirma la eficacia a largo plazo y los beneficios de la utilización de la programación en el aprendizaje de la Física. A pesar de ser una intervención muy breve (taller de 2 horas) existe una persistencia de los conceptos adquiridos mayor en los alumnos que realizaron el taller de programación que en los alumnos que no lo realizaron.

La comparación del grupo experimental con el grupo de control muestra que en conjunto los alumnos que realizaron el taller alcanzaron un aprendizaje más profundo, que se traduce en una persistencia también más duradera de los conocimientos. Este efecto puede atribuirse, bien a una mayor motivación hacia el aprendizaje o bien a un aprendizaje más activo, asociados ambos a la realización del taller de programación. La programación de los problemas de Física proporciona un aprendizaje más duradero ya que facilita que los

alumnos piensen y razonen físicamente, y adquieran procedimientos para resolver problemas, lo que conlleva una implicación más activa en su aprendizaje. Ello resulta especialmente relevante en cuanto rompe la inercia que poseen muchos estudiantes de convertir el enunciado de un problema en ecuaciones físico-matemáticas, sustituir los datos y operar para extraer el resultado “correcto”, ignorando otros pasos esenciales en la resolución de problemas verdaderos.

A pesar de la brevedad de la intervención del taller (únicamente dos horas), los resultados son muy prometedores. Por una parte se ha podido confirmar su viabilidad y aplicabilidad en alumnos de Bachillerato. Por otra parte, los resultados confirman que la introducción de la programación para el aprendizaje de la Física proporciona beneficios en cuanto a los resultados educativos. Cabe esperar que una intervención de mayor duración proporcione un aprendizaje más significativo, cuestión de la que nos ocupamos en la actualidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, W. K. y Wieman, C.E. (2015). Analyzing the many skills involved in solving complex physics problems. *American Journal of Physics*, 83(5), 459-467.
- Araujo, I.E., Veit, E.A. y Moreira, M.A. (2008). Physics students' performance using computational modeling activities to improve kinematics graphs interpretation. *Computers and Education*, 50(4), 1128-1140.
- Area-Moreira M., Cano, C.A., Gorospe, J.M.C., del Moral Pérez, M.E., de Pablos Pons, J. Labra, J.P., Chacón, J.P., Mesa, A.L.S., Alonso, A.S.M. y Berrocoso, J.V. (2014). Las políticas TIC en España después del programa escuela 2.0: las tendencias que emergen. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa* (2), 11-33.
- Barr, B.D., Harrison, J. y Connery, L. (2011). Computational Thinking : A Digital Age. *Learning & Leading with Technology*, Marzo/Abril, 20-23.
- Barr, V. y Stephenson, C. (2011). Bringing Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community? *ACM Inroads*, 2(1), 48-54.
- Bouciguez, M.J. y Santos, G. (2010). Applets en la enseñanza de la Física: un análisis de las características tecnológicas y disciplinares. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, 7(1), 56-74.
- Chabay, R. y Sherwood, B. (2008). Computational physics in the introductory calculus-based course. *American Journal of Physics*, 76(4), 307.
- Christian, W. (1999). Physlets: Delivering media-focused problems anytime anywhere. *Computer Physics Communications*, 121, 569-572.
- Greis, L.K., Reategui, E., y Iwaszko, B. (2013). Um Simulador de Fenômenos Físicos para Mundos Virtuais. A physical phenomena simulator for virtual worlds. *RELATEC, Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 12(1), 51-62.
- Grover, S. y Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43.
- Jimoyiannis, A. y Komis, V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers & Education*, 36(2), 183-204.

- Johnson, R. B. y Christensen, L. (2014). *Educational Research. Quantitative, Qualitative and Mixed Approaches*. SAGE Publications.
- Landau, R. (2006). Computational Physics: A Better Model for Physics Education? *Computing in Science Engineering*, 8(5), 22–30.
- Lewis, R., y Harris, J. (1980). Physics education with or without computers. *Computers & Education*, 4(1), 11–14.
- Odo, C. R., y Odo, A. I. (2016). Effect of Simulation on Students' Interest in Programming Language in Secondary Schools in Enugu Education Zone of Nigeria. *International Journal of Information and Education Technology*, 6(6), 477–480.
- Perales-Palacios, F. J. (2000). *Resolución de problemas*. Síntesis: Madrid.
- Pol, H. J., Harskamp, E.G. y Suhre, C. J.M. (2008). The effect of the timing of instructional support in a computer-supported problem-solving program for students in secondary physics education. *Computers in Human Behavior*, 24(3), 1156-1178.
- Roldán-Segura, C. (2015). *Programación por Ordenador como Herramienta de Aprendizaje para las Ciencias Experimentales. Aplicación en el Aula de Física de 1º de Bachillerato*. Trabajo Fin de Máster del Máster de Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, FP, y Enseñanza de Idiomas. Universidad de Granada, España.
- Rutten, N., van Joolingen, W. R. y van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136–153.
- Sierra, J. L. y Perales, F. J. (2003). The effect of instruction with computer simulation as a research tool on open-ended problem solving in a Spanish classroom of 16-years-old. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 22, 119-140.
- Sigalés, C., Mominó, J. M., Meneses, J. y Badia, A. (2008). La integración de internet en la educación escolar española: Situación actual y perspectivas de futuro. Recuperado de http://www.uoc.edu/in3/integracion_internet_educacion_escolar/esp/pdf/informe_escuelas.pdf
- Ulen, S., Cagran, B., Slavinec, M. y Gerlic, I. (2014). Designing and Evaluating the Effectiveness of Physlet-Based Learning Materials in Supporting Conceptual Learning in Secondary School Physics. *Journal of Science Education and Technology*, 23(5), 658–667.
- Wing, J.M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM, CACM*, 49(3), 33-35.
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional : Una nueva alfabetización digital Computational Thinking : A New Digital Literacy. *RED. Revista de Educación a Distancia*. (46), 1-47.

ANEXO 1: Programa en Octave del problema del tiro parabólico, mínima complejidad.

```

% -----
% Octave script: projectile_motion_1.octave.m
% -----
% "Writing computer code for learning physics"
% Developed by C. Roldan-Segura and A. de la Torre-Vega
% (croldan@ugr.es, atv@ugr.es)
% University of Granada, August 2015
% -----
% Exercise 2:
% A projectile is launched with initial velocity v0=30m/s and elevation
% angle of 45 degrees. Ignored the friction with air, calculate:
% a) The maximum height reached by the projectile
% b) The horizontal range reached by the projectile
% c) The time of flight before reaching the floor
% -----
% This is a simple script (difficulty level 1) where Octave is used as
% programmable calculator for solving the projectile motion problem.
% The procedure includes (1) setting the input data, (2) applying the
% equations and (3) writing the results.
% -----

clear;          % This command removes any variable from the workspace memory

% INPUT DATA:
v0=30.0;          % initial velocity (m/s)
angle=45;         % elevation angle (degrees)
g=9.8;           % gravity acceleration (m/s)

% EQUATIONS:
alpha=angle*pi/180; % angle (radians)
t_flight=(2*v0*sin(alpha))/g; % time of flight
x_max=(v0^2*sin(2*alpha))/g; % maximum horizontal range
y_max=(v0^2*(sin(alpha))^2)/(2*g); % maximum height

% OUTPUT RESULTS:
fprintf('\nPROJECTILE MOTION');
fprintf('\nInput data: v0=%.2f m/s; elevation=%.2f deg.; g=%.2f m/s^2\n',v0,angle,g);
fprintf(' Time of flight:      %.2f s\n',t_flight);
fprintf(' Maximum horizontal range: %.2f m\n',x_max);
fprintf(' Maximum height:          %.2f m\n',y_max);

% -----
% END OF THE SCRIPT
% -----

```

ANEXO 2: Test sobre los conceptos de Física del problema de tiro parabólico.

Considere un tiro parabólico en el que se lanza un proyectil desde una altura cero con v_0 y ángulo de elevación α .

1.- Determina si son verdaderas (V) o falsas (F) las siguientes afirmaciones:

a) En el tiro parabólico la trayectoria descrita por el proyectil en su recorrido es un semicírculo	V	F
b) La velocidad horizontal en el tiro parabólico permanece constante durante todo el recorrido del proyectil	V	F
c) La velocidad vertical en el tiro parabólico permanece constante durante todo el recorrido del proyectil	V	F
d) La velocidad vertical en el punto más alto de la trayectoria en el movimiento parabólico es cero.	V	F
e) Cuanto mayor sea la masa de un cuerpo antes llega al suelo	V	F
f) La masa de un cuerpo influye en el alcance y trayectoria del mov. parabólico bajo la acción de la gravedad	V	F

2.- ¿Para cuál de estos ángulos es máximo el alcance horizontal de un proyectil en tiro parabólico?

- (a) para 25° (b) para 45° (c) para 85°

3.- ¿Para cuál de estos ángulos alcanza una altura máxima un proyectil en tiro parabólico?

- (a) para 25° (b) para 45° (c) para 85°

4.- ¿Con qué ángulo de salida tarda más tiempo en tocar el suelo un proyectil en tiro parabólico?

- (a) para 25° (b) para 45° (c) para 85°

5.- ¿Cuál es la velocidad final (antes de chocar con el suelo) de un proyectil en tiro parab. lanzado desde altura cero?

- (a) $v_0 * g$ (b) $2 * v_0 * \sin(\alpha)$ (c) v_0

6.- Si estamos en la Luna, el alcance máximo en el tiro parabólico para un ángulo de 45°

- (a) aumenta respecto a la Tierra (b) disminuye respecto a la Tierra (c) es igual que en la Tierra

7.- Si alcanzamos un objetivo con una elevación de 60° , ¿Podemos alcanzarlo con alguna otra elevación?

- (a) No, imposible (b) Si, con un ángulo de 45° (c) Sí, con un ángulo de 30°

8.- En un tiro parabólico el proyectil es lanzado desde una altura mayor de cero con v_0 y un ángulo α respecto de la horizontal. ¿Para cuál de estos ángulos es máximo el alcance horizontal de un proyectil en tiro parabólico?

- (a) para un ángulo mayor de 45° (b) para un ángulo menor de 45° (c) para un ángulo igual a 45°

¿Cómo utilizan los estudiantes las pruebas ante un fenómeno con múltiples interpretaciones?

Sesto, V., García-Rodeja, I.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Santiago de Compostela.

vanessa.sesto@usc.es

RESUMEN

En esta comunicación se presenta un trabajo de investigación en dónde se analiza la capacidad de estudiantes de 4º de ESO y de maestros en formación de Educación Infantil de generar diversas hipótesis y de contrastar su validez en base a observaciones que pudieran utilizarse como pruebas disponibles. Para alcanzar este objetivo se propuso como actividad la combustión de una vela parcialmente inmersa en agua en el interior de un recipiente invertido. Los instrumentos para la obtención de datos fueron un cuestionario tipo POE y grabaciones en audio y vídeo. Para el análisis de datos, se construyeron rúbricas de acuerdo a los niveles de competencia establecidos en el informe PISA. De los resultados obtenidos, se puede señalar que la selección de pruebas estuvo influenciada por las teorías implícitas de los participantes y que el desempeño de los estudiantes de secundaria fue incluso superior al de los maestros en formación.

Palabras clave

Uso de pruebas, combustión, educación secundaria, maestros en formación.

INTRODUCCIÓN

Muchos de los desafíos que nos depara el siglo XXI requerirán de soluciones innovadoras de base científica. Por ello, la sociedad ha de contar con individuos en disposición de afrontar las investigaciones e innovaciones necesarias para dar respuesta a los retos económicos, sociales y ambientales a los que se enfrentará el mundo (OCDE, 2015). Ante este panorama, la competencia científica se percibe como una competencia clave. En el currículo español, la competencia científica se engloba bajo la denominación de competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (MEC, 2015). Por su parte, en el informe PISA 2015 (OCDE, 2015), la competencia científica figura dividida en tres dimensiones:

- Explicar fenómenos científicamente – modelización.
- Evaluar y diseñar experimentos y preguntas científicas – indagación.
- Interpretar datos y pruebas científicamente – argumentación.

Estas tres dimensiones están conectadas entre sí, dado que evaluar y diseñar experimentos implica ser capaz de proporcionar formas de abordar cuestiones de forma científica, requiriendo del reconocimiento de fenómenos que puedan ser explicados por medio de la ciencia y de la selección de pruebas apropiadas (Jiménez Aleixandre, Bravo y Puig, 2009). Por otro lado, el dar oportunidades para analizar las posibles interpretaciones de un hecho, fenómeno o experiencia realizada en el aula permite desarrollar habilidades relacionadas con el uso de pruebas para justificar conclusiones y razonar científicamente (McNeill y Krajcik, 2009, 2012). Un aspecto a tener en cuenta en relación a lo anterior,

es que la evaluación de distintas explicaciones a través de experimentos u observaciones, al ser un proceso social, puede estar condicionada por las teorías implícitas del observador (Jiménez Aleixandre, 2010). Para ser capaz de utilizar de forma apropiada las pruebas son necesarias dos condiciones. Por una parte es preciso diseñar ambientes de aprendizaje y tareas que exijan la puesta en práctica de la competencia de argumentación por parte del alumnado. Por otra parte, la comprensión de las pruebas requiere de un conocimiento básico que debe enseñarse de forma explícita (Bravo, Puig y Jiménez Aleixandre, 2009). Por tanto, lo que hoy se entiende por alfabetización científica requiere no sólo del conocimiento de conceptos y teorías de la ciencia, sino también del conocimiento de los procedimientos y prácticas comunes asociados a la investigación científica y cómo éstos permiten a la ciencia avanzar (OCDE, 2015). Consecuentemente, en los últimos años se ha incrementado el interés en el aprendizaje de las ciencias por parte de los estudiantes a través de las prácticas científicas, las cuales se corresponden con los tres procesos involucrados en la generación de conocimiento científico. Los estudiantes deben usar pruebas y conceptos científicos para construir modelos o explicaciones de los fenómenos bajo estudio y participar en discursos argumentativos para proponer y discutir sobre ideas (Berland y Reiser, 2009).

El modelo propuesto por Toulmin (1958), que explica desde un punto de vista lógico la estructura de un texto argumentativo, fue muy utilizado para analizar la construcción de argumentos por parte de los estudiantes (e. g. Berland y Reiser, 2009). Toulmin (1958) identificó tres elementos básicos que están presentes en la mayoría de los argumentos con independencia del contexto en el que se produzcan. Éstos son los datos, la conclusión y la justificación. La conclusión es el enunciado que se trata de probar o refutar. Los datos, a los que Jiménez Aleixandre (2010) se refiere como pruebas, son los hechos u observaciones a los que se recurre para evaluar enunciados, ya sean teóricos o procedan de resultados empíricos. La justificación permite establecer la conexión entre la conclusión y las pruebas. Por tanto, un argumento es el resultado de coordinar una explicación con las pruebas que la respaldan, y argumentar implica evaluar un enunciado a través de pruebas, cuya utilización requiere identificar y seleccionar información relevante para llegar a conclusiones (Jiménez Aleixandre, 2010).

De las tres dimensiones de la competencia científica citadas en párrafos precedentes, este estudio se centra fundamentalmente en la interpretación de datos y pruebas. La experiencia propuesta exigía que los estudiantes interpretasen el fenómeno consistente en la combustión de una vela parcialmente inmersa en agua en el interior de un recipiente invertido. Puesto que existen diversas explicaciones que podrían justificar el ascenso del agua, en este trabajo se analiza la capacidad de estudiantes de 4º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y alumnado universitario perteneciente al último curso del Grao en Maestro de Educación Infantil de generar diversas hipótesis y de contrastar su validez en base a datos observacionales que pudieran utilizarse como evidencias o pruebas disponibles.

METODOLOGÍA

Participantes y contexto

En este estudio participaron un total de 28 estudiantes, 12 pertenecientes a 4º de ESO (15-16 años) cursando la asignatura de Física y Química de carácter optativo, y 16 procedentes del último curso del Grado en Maestro de Educación Infantil (21-24 años). De los estudiantes universitarios, 12 procedían de un Bachillerato vinculado a las ciencias.

Para facilitar la toma y posterior análisis de los datos, los participantes de 4º de ESO se distribuyeron en dos grupos (A, B) de tres componentes, uno (C) de cuatro y otro (D) de dos. El escenario con el que se contó para la realización de la experiencia fue el laboratorio de Física del propio centro escolar, en el que estuvieron presentes además de los estudiantes, la investigadora y la docente responsable de impartirles la asignatura de Física y Química. Por su parte, los maestros de Educación Infantil en formación pertenecientes al último curso de la titulación correspondiente, se organizaron en dos equipos (E, F) de seis componentes y uno (G) de cuatro. Aquellos estudiantes universitarios que en el Bachillerato habían cursado la modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales, se distribuyeron equitativamente entre los dos equipos de seis miembros. En este caso, la actividad se desarrolló durante una de sus clases interactivas ordinarias de la asignatura “Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza”, contando con la presencia de su docente habitual.

En ambos casos, el papel de la investigadora y de las docentes se limitó a estimular a los estudiantes en la discusión y a aclarar las dudas que les pudiesen surgir. El tiempo disponible para la realización de la actividad fue de 30 minutos en 4º de ESO, y de 1 hora en el caso de los estudiantes universitarios.

Descripción de la experiencia

El tema seleccionado fue la combustión de una vela parcialmente inmersa en agua en el interior de un recipiente invertido. Se trata de una experiencia ya clásica (Stocklmayer, 1988), que se encuentra también entre las actividades diseñadas como parte del proyecto Mind the Gap (Jiménez Aleixandre, Gallástegui, Eirexas y Puig, 2009) para trabajar la utilización de pruebas y la argumentación en el aula de ciencias. Tanto en el ámbito científico como en el escolar es frecuente que de la observación de un mismo fenómeno surjan diversas interpretaciones (García-Rodeja y Lucas, 1989) y esta experiencia es un claro ejemplo de ello (García-Rodeja y Díaz de Bustamante, 1992; García-Rodeja, 1994). Ante la multiplicidad de hipótesis que justificarían el ascenso del agua, el estudiante debe ser capaz de valorar la coherencia de cada una de las explicaciones y observaciones efectuadas, tarea que puede exigir desarrollar un diseño experimental. De esta forma, se les proporciona a los estudiantes la oportunidad de comprender que la validez de todo diseño experimental está supeditada a que éste permita probar las hipótesis formuladas (García-Rodeja y Díaz de Bustamante, 1992).

Instrumento de recogida de información y análisis

El instrumento de recogida de datos fue un cuestionario diseñado mediante una estrategia didáctica tipo POE (Predicción-Observación-Explicación) en el que figuraban las siguientes cuestiones a las que cada estudiante debía responder de forma individual a pesar de trabajar en equipo:

- **PREDICCIÓN:** *¿Qué crees que sucederá cuando se coloca un recipiente sobre una vela encendida en posición vertical en una cazuela con agua? Escribe las razones por las que crees que ocurrirá lo que has predicho.*
- **OBSERVACIÓN:** *Describe lo que has observado.*
- **EXPLICACIÓN:** *Explica por qué crees que ocurre lo que has observado.*

El protocolo de actuación fue el que se detalla a continuación. En primer lugar se les indicó a los estudiantes la experiencia que iba a tener lugar y que deberían prever el resultado de un fenómeno justificando su predicción. De esta manera, todo el alumnado se ve comprometido a adoptar una posición decidiendo que conocimiento es más apropiado aplicar y cuenta con la oportunidad de aclarar y justificar sus propias

preconcepciones. Luego, los estudiantes procedieron a la ejecución del experimento, viéndose obligados a describir todo lo que vieron, anotando así sus observaciones particulares de lo ocurrido. Según White y Gunstone (1992), se dan circunstancias en las que diferentes sujetos perciben cosas distintas de un mismo fenómeno, de modo que si las observaciones no se registran en el mismo instante en el que se efectúan, algunos estudiantes es probable que modifiquen sus observaciones a consecuencia de lo que otros manifiestan haber visto. Finalmente, los participantes debían conciliar cualquier discrepancia entre su predicción y su observación para construir una explicación que justificase lo que realmente ocurría. Además de las producciones escritas de los estudiantes, se realizaron grabaciones en audio y vídeo de las sesiones para recoger la discusión establecida entre los estudiantes durante la realización de las actividades. El vídeo se emplea como un apoyo del audio para identificar de manera inequívoca a cada uno de los participantes durante las conversaciones, así como visualizar las acciones que se desenvuelven y las relaciones sociales que se establecen.

Como herramienta para el análisis, se construyeron rúbricas en interacción con los datos obtenidos y considerando los niveles de competencia científica establecidos en el informe PISA 2015 (OCDE, 2015). A pesar de que en el informe PISA figuran seis niveles (ver Cuadro 1), para la elaboración de las rúbricas se prescindió del último.

Nivel 6. El estudiante es capaz de emplear el conocimiento conceptual, procedimental y epistemológico para proporcionar explicaciones consistentes, en una gran variedad de situaciones complejas de una elevada demanda cognitiva. Pueden interpretar datos complejos y mostrar destreza a la hora de emitir juicios adecuados sobre la validez de afirmaciones científicas. Pueden desarrollar argumentos para criticar y evaluar explicaciones y modelos en un rango amplio de contextos.

Nivel 5. El estudiante es capaz de emplear el conocimiento conceptual, procedimental y epistemológico para proporcionar explicaciones en situaciones variadas que no tienen por qué requerir de una elevada demanda cognitiva. Pueden interpretar datos complejos y mostrar destreza a la hora de emitir juicios adecuados sobre la validez de afirmaciones científicas. Pueden desarrollar argumentos para criticar y evaluar explicaciones y modelos en algunos contextos.

Nivel 4. El estudiante es capaz de emplear el conocimiento conceptual, procedimental y epistemológico para proporcionar explicaciones e interpretar datos en situaciones familiares de una demanda cognitiva media. Pueden extraer conclusiones de diferentes datos y explicar relaciones causales simples. Pueden desarrollar argumentos simples y analizar críticamente explicaciones y modelos en algunos contextos.

Nivel 3. El estudiante es capaz de emplear el conocimiento conceptual, procedimental y epistemológico para proporcionar explicaciones e interpretar datos en situaciones familiares de una demanda cognitiva media. Pueden extraer conclusiones de diferentes datos y explicar parcialmente relaciones causales simples. Pueden desarrollar argumentos parciales y analizar críticamente explicaciones y modelos en algunos contextos.

Nivel 2. En este nivel el estudiante emplea conocimiento conceptual, procedimental y epistemológico para proporcionar explicaciones en situaciones familiares de una baja demanda cognitiva. Pueden extraer algunas conclusiones de diferentes datos y describir relaciones causales simples. Puede desarrollar argumentos parciales y hacer comentarios sobre el valor de las explicaciones y las interpretaciones de datos alternativas en algunos contextos.

Nivel 1. El estudiante manifiesta un uso limitado del conocimiento conceptual, procedimental y epistemológico para proporcionar explicaciones e interpretar pruebas en situaciones familiares. Es capaz de extraer conclusiones a partir de datos simples en contextos familiares.

Cuadro 1. Niveles de desempeño de los estudiantes. Fuente: adaptación del informe PISA 2015 (p. 48-49, OCDE, 2015).

Esta decisión fue adoptada al considerar que, para que la actividad propuesta fuese resuelta con éxito, era suficiente que los estudiantes desarrollaran las capacidades asociadas al nivel 5.

RESULTADOS

A continuación se describen con más detalle las rúbricas empleadas para analizar el uso de pruebas por parte de los estudiantes ante un fenómeno que cuenta con diversas interpretaciones, ilustrando cada uno de los niveles con las producciones escritas de los participantes en aquellos casos en los que fue posible.

Nivel 1

El estudiante se limita a describir lo observado durante la ejecución de la experiencia. Orienta su discurso hacia situaciones que le resultan familiares como la causa de la extinción de la vela, y que por tanto suponen para él tareas de baja demanda cognitiva. Da explicaciones que distan de ser compatibles con las ideas científicas, y que están basadas en preconcepciones.

C1: *“Porque el oxígeno se acaba entonces la vela se apaga. Y el agua no influye ya que el oxígeno no se transmite del agua a la vela”.*

D1: *“El agua sube por el recipiente y al llegar al final se apaga. No llega el oxígeno a la vela”.*

Nivel 2

El estudiante señala una disminución de la presión en el interior del recipiente como causa del ascenso del agua, pero no explica a qué puede deberse.

C3: *“El cambio de presión hace que el agua suba. Dentro del vaso hay menos presión lo que hace que el nivel del agua tenga que subir”.*

Nivel 3

El estudiante desenvuelve una explicación parcial del fenómeno observado. Es incapaz de interpretar las pruebas más complejas, centrándose en aspectos triviales como la progresiva disminución del oxígeno en el interior del recipiente a consecuencia de la reacción de combustión.

E5: *“Porque se forman diferentes presiones debido al consumo de oxígeno. Esto hace que se deban equilibrar las presiones del exterior y del interior del recipiente. Por eso el agua asciende por el recipiente. La vela se apaga porque el oxígeno se consume”.*

Nivel 4

El estudiante proporciona una explicación simple del fenómeno observado atendiendo a diversos aspectos y haciendo un uso más extenso de su conocimiento. De esta forma, reconoce que durante una reacción de combustión no sólo se consumen gases, sino que también se liberan, y construye una explicación para el ascenso del agua basada en una no compensación del oxígeno consumido.

B2: *“Como el CO₂ es más denso que el oxígeno sale del vaso y el espacio que queda vacío se llena de agua”.*

B3: *“Ha ocurrido lo que he observado porque dentro del recipiente la presión ha disminuido por la combustión del O₂. En la combustión se soltó no el mismo volumen y el agua sube”.*

Nivel 5

El estudiante se decanta por una interpretación física del fenómeno como resultado de la evaluación de las distintas hipótesis alternativas. Para ello aplica conocimientos procedentes de diferentes disciplinas como la Física o la Química (reacciones químicas, estequiometría, compresión y dilatación de gases, presión y equilibrio), e identifica y utiliza todas las pruebas disponibles, incluidas las menos obvias.

Como puede verse en la Tabla 1, el desempeño de los estudiantes se situó en todos los casos por debajo del nivel 5. En ésta se diferencian los resultados obtenidos en la etapa de predicción (P), previa a la observación, y en la etapa de explicación (E).

Nivel	Grupo A (N=3)		Grupo B (N=3)		Grupo C (N=4)		Grupo D (N=3)		Grupo E (N=6)		Grupo F (N=6)		Grupo G (N=4)	
	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	0	0	0	0	3	0	0	0	6	0	6	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	2	0	4	1	2	2	6	0	6	0	4	3

Tabla 1. Frecuencia de los niveles de desempeño en las respuestas escritas.

Las predicciones de todos los componentes del grupo A se sitúan en el nivel 3. Llegan a identificar todos los cambios que se producirán en el nivel del agua, pero consideran como causa del ascenso el consumo de oxígeno sin llegar a valorar en ningún momento que en la combustión también se están liberando CO₂ y vapor de agua. El vapor de agua condensaría sobre las paredes del recipiente por lo que no ejercería presión, pero el primero sí contribuiría, por lo que sería necesario hacer un estudio de la estequiometría de la reacción para evaluar si esta afirmación es correcta. Durante la observación del fenómeno, la estudiante A1 reparar en esta cuestión, poniendo en tela de juicio la validez de las predicciones efectuadas:

A2: “Ahora explicación”.

A1: “¿Pero en la combustión no se sueltan también gases?”

A2: “Sí”.

A1: “Entonces coge uno y suelta el otro. ¿Entonces por qué subió el agua?”

No obstante, cuando la docente le indica que no se tiene por qué producir el mismo volumen de gases, mantiene su idea inicial ya que esta información no la obliga a reestructurar su esquema mental. Sus explicaciones se encuadran en el nivel 4 puesto que, aunque no llegaron a verificar si realmente la cantidad de CO₂ producida no es suficiente para compensar el consumo de oxígeno, tuvieron en cuenta en su discurso la formación de productos.

En el caso del grupo B, las predicciones tanto del estudiante B2 como del B3 se sitúan en el nivel 1. El primero asume que el agua no cumple ninguna función, limitándose a describir lo que le sucede a una vela que tiene impedida la entrada de oxígeno. Por su parte, la estudiante B3 cree en la posibilidad de que en el interior del recipiente se libere tal cantidad de calor que la alta temperatura provoque algún tipo de reacción química en

el agua que la haga ascender. En ningún momento se plantea que el efecto de la alta temperatura sea el de provocar la expansión del aire en el interior del recipiente, forzando su salida al exterior. Finalmente, en el cuestionario donde se les pide que den una explicación del fenómeno observado, todos los estudiantes proporcionan una respuesta que se encuadra en el nivel 4, similar a la del grupo A.

En cuanto a las predicciones del grupo C, todas se sitúan en el nivel 1. Creen que el agua, por tratarse de una molécula que contiene un átomo de oxígeno, puede ceder éste de alguna manera, permitiendo que la reacción de combustión se mantenga a pesar de estar impedida la entrada de aire. Tras la observación del fenómeno, la explicación de la estudiante C1 se mantiene en el nivel 1, pero las de los demás miembros llegan a alcanzar el nivel 3, al indicar que el agua asciende debido a una disminución de presión en el interior del recipiente asociada al consumo de oxígeno. No tienen en cuenta en ningún momento los productos de la combustión.

El grupo D mostró un nivel de desempeño muy bajo. Tanto sus predicciones como sus explicaciones se enmarcan en el nivel 1, puesto que simplemente hacen alusión a la causa de la extinción de la llama. Describen los cambios que experimenta el agua, pero en ningún momento tratan de buscar una explicación a las observaciones efectuadas.

En definitiva, los estudiantes de 4º de ESO, en general, hicieron un uso muy limitado de las pruebas. En el caso del grupo A, aunque recogieron explícitamente como observación que el agua continuaba subiendo un cierto tiempo desde que la llama se apagaba, en ningún momento identifican esto como una prueba.

En cuanto a los maestros en formación, todas las predicciones del grupo E se encuadran en el nivel 1 al considerar que el agua suministra el oxígeno necesario para la combustión. Tras la observación, sus explicaciones se sitúan en el nivel 3, al asumir que el ascenso se debe de forma exclusiva al consumo del oxígeno, sin hacer una valoración más profunda. Asimismo, cabe destacar que algunos componentes de este grupo señalaron que el vaho observado en recipiente que cubría la vela era debido a la evaporación y posterior condensación del agua contenida en el cristalizador. A pesar de que la combustión de una vela les era familiar, seguían sin ser capaces de reconocer los productos de la combustión de hidrocarburos. Esto demuestra que los estudiantes poseen ciertas dificultades para transferir conocimiento de unos contextos a otros. Los resultados del grupo F fueron muy similares a los del grupo E. Por su parte, las predicciones del grupo G se enmarcan en el nivel 1, dado que se limitan a describir lo que le ocurre a la vela. Durante la observación del fenómeno perciben la formación de burbujas que asocian a una entrada de aire, y que el agua sigue subiendo tras la extinción de llama. Pese a ello, en ningún momento identifican estas observaciones como pruebas en las que apoyar sus explicaciones.

CONCLUSIONES

Se observó que los estudiantes poseen dificultades en la integración de conocimientos procedentes de diversas disciplinas, viéndose limitada consecuentemente su capacidad de generar diversas hipótesis ante fenómenos con múltiples interpretaciones, y que una gran proporción posee dificultades en la diferenciación entre cambio químico y físico, interpretando los cambios de estado de líquido a vapor como una descomposición de la sustancia en cuestión.

En relación a la capacidad de utilizar las pruebas para evaluar explicaciones alternativas, se percibe que los estudiantes sólo hacen uso de aquellas observaciones que encajan en sus esquemas mentales. Consecuentemente, aunque los estudiantes efectúen observaciones de calidad, esto no repercute positivamente a la hora de evaluar

explicaciones alternativas de un mismo fenómeno. Además, un hallazgo destacable es que el desempeño en el uso de pruebas de los maestros en formación fue muy similar o incluso inferior al de estudiantes de 4º de la ESO. Esto pone de manifiesto la necesidad de rediseñar los ambientes de aprendizaje para darles a los estudiantes la oportunidad de discutir sobre las posibles interpretaciones de los fenómenos, con el fin de favorecer el desarrollo de competencias, entre ellas el uso de pruebas. Por otra parte, es necesario que las materias de ciencias cuenten con una mayor representación en el currículo de los maestros, dando una mayor continuidad a su formación científica, ya que de lo contrario los contenidos aprendidos en secundaria se olvidan. En muchos casos, no han cursado materias vinculadas a las ciencias desde 3º de ESO, pues en 4º de ESO ya pasan a tener carácter optativo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto EDU2012-38022-C02-01 financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

BIBLIOGRAFÍA

Berland, L. K. y Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93 (1), 26-55.

Bravo, B., Puig, B. y Jiménez Aleixandre, M. P. (2009). Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación química*, 20 (2), 126-131.

García-Rodeja, I. (1994). Distintas interpretaciones de una experiencia con una vela. *Alambique*, 1, 143.

García-Rodeja, I. y Díaz de Bustamante, J. (1992). Aplicando conocimientos e familiarizándonos con procesos de ciencia. *Boletín das Ciencias*, 13, 64-68.

García-Rodeja, I. y Lucas, A. (1989). Contra las interpretaciones simplistas de los resultados de los experimentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (1), 11-16.

Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

Jiménez Aleixandre, M. P., Bravo, B. y Puig, B. (2009). ¿Cómo aprende el alumnado a evaluar pruebas? *Aula de Innovación Educativa*, 186, 10-12.

Jiménez Aleixandre, M. P., Gallástegui, J. R., Eirexas, F. y Puig, B. (2009). *Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en ciencias*. Santiago de Compostela: Danú.

McNeill, K. L. y Krajcik, J. (2009). Synergy between teacher practices and curricular scaffolds to support students in using domain-specific and domain-general knowledge in writing arguments to explain phenomena. *The journal of the learning sciences*, 18 (3), 416-460.

McNeill, K. L. y Krajcik, J. S. (2012). *Supporting Grade 5-8 Students in Constructing Explanations in Science: The Claim, Evidence, and Reasoning Framework for Talk and Writing*. Nueva York: Pearson.

Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) (2015). *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*. BOE 3/01/2015, Madrid

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (2015). *Pisa 2015. Draft Science Framework*.

Stockmayer, S. (1988). Casting a little light on some candle experiments. *The Australian Science Teachers Journal*, 34 (3), 39-40.

Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. New York: Cambridge University Press.

White, R. T. y Gunstone, R. F. (1992). *Probing Understanding*. Londres: The Falmer Press.

Inmersión: sumersión y flotación (Delimitación de los contenidos informativos de los vocablos usados en las relaciones entre cuerpos y fluidos)

*Solano, I., **Fernández, E.

* *Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.*

** *Dpto. Física Teórica y del Cosmos. Universidad de Granada.*

isolano@um.es

RESUMEN

Se describe, a grandes rasgos, el proceso mental que da identidad a los sólidos, así como el que da identidad a los líquidos, para justificar la necesidad de una descripción explícita de los contenidos informativos de los distintos vocablos usados para identificar las relaciones de los cuerpos con los flúidos, por su importancia en la estructura de la información de lo que existe. A continuación se describen los contenidos informativos de dichos vocablos y se comparan con los que aparecen en las proposiciones 3, 4, 5, 6 y 7 de la sección “ON FLOTATING BODIES. Book I.” de Arquímedes. Se concluye reconociendo la identidad de los diferentes estados que se generan en las relaciones de los cuerpos con los flúidos.

Palabras clave

Sólidos, líquidos, inmersión, sumersión, flotación.

INTRODUCCIÓN

La exigencia de descripciones explícitas, de los vocablos usados para identificar las relaciones de los sólidos con los líquidos, tiene diversos orígenes. El primero es la evolución mental, porque ésta depende de la correcta comprensión e integración de los líquidos en la estructura conceptual de las clases de información relacionadas con los cuerpos (Piaget, 1934; Piaget e Inhelder, 1982; Acredolo y Acredolo, 1979; Caroff, 2002, entre otros). El segundo es su enseñanza, porque una enseñanza acorde con la evolución mental que no exija dogmas, ni hipótesis, ni supuestos, ni convenios, exige que sean reconocidas de manera explícita las clases de información evidentes (Rowell y Dawson, 1977; Loverude, Kautz y Heron, 2003; Heron, Loverude, Shaffer y McDermott, 2003, entre otros). El tercero es la confusa diversidad de contenidos que les asignan, explícita e implícitamente, los distintos trabajos que tratan sobre dicha fenomenología (Jones y Gordon, 1979; Ray, 1979; Leroy, 1985; Snir, 1991; Bonera, 1996; Graf, 2004, entre otros), incluido el de Arquímedes (Heath, 1897).

No se ha encontrado ningún trabajo que dé identidad a los flúidos con independencia de los cuerpos, porque la identidad intrínseca de los flúidos o su conceptualización, no es posible con independencia de los cuerpos. A pesar de ello, en todos los trabajos que tratan sobre los flúidos se da por supuesta dicha identidad intrínseca, lo que obliga a que las clases de información introducidas mediante supuestos, hipótesis y convenios, sean consideradas como información perteneciente a lo que existe. Esta metodología, es opuesta al proceso

de evolución mental y a la estructura racional de la información de lo que existe (Fernández y Solano, 2012, 2015), aunque utilice lógicas (conjuntos de relaciones) que coordinen dichas clases de información, porque dichas lógicas fueron incluidas en las condiciones de partida. Esta metodología es incorrecta, porque subordina las clases de información evidentes a las supuestas, impidiendo el acceso a informaciones no evidentes de lo que existe. Las informaciones que se introducen mediante los supuestos, hipótesis y convenios de partida, son, en su mayoría, similares a los dogmas, aunque no tan primarios, ya que integran algunas clases de información de lo que existe. La necesidad de supuestos, hipótesis y convenios de partida se produce, cuando se quiere relacionar lo que existe, antes de haber conseguido contenidos intrínsecos adecuados para las identidades que se pretende relacionar, aunque éstos sean evidentes y manifiestos.

PROCESO MENTAL DE LA IDENTIDAD DE LOS SÓLIDOS

La individualidad de los cuerpos es la primera identidad que la mente establece (Wagner y Carey, 2003; Fernández y Solano, 2012, 2015) y no se debe a ningún mérito de ésta; sino al funcionamiento de los sentidos corporales, pues gracias a éste se generan, registros cerebrales perfectamente delimitados para cada uno de los cuerpos (Matlin y Foley, 1996). Sin dicho funcionamiento delimitante de los sentidos corporales, el ambiente tendría un registro cerebral global sin individualidades y la mente no podría generar la identidad individual. Estas identidades extrínsecas de todos y cada uno de los cuerpos (identidades debidas a la delimitación o individualidad, de sus registros) se transformarán en identidades intrínsecas gracias a las clases de información generadas por las intersecciones de los registros cerebrales correspondientes a un mismo cuerpo, pertenezcan a un mismo sentido corporal, a varios o a todos. Las clases de información que dan identidad intrínseca a los cuerpos son de dos tipos, las esenciales, porque no cambian y las poseen todos los cuerpos, y las triviales, que dejan invariables a las anteriores, como el color. Entre las esenciales, las que dan identidad a los cuerpos en quietud son la distribución y el substrato de la distribución. La distribución acabará siendo disociada en dos, la figura y el tamaño, mientras que el substrato acabará siendo la sustancia (Fernández y Solano, 2012). Como la información visual predomina sobre las informaciones de los otros sentidos corporales, será la distribución, con predominio de la figura, el primer contenido intrínseco con el que se da identidad a los cuerpos (Jones, Lynch y Reesink, 1989; Lynch, 1996, entre otros). Sin embargo, la primera en adquirir valor numérico fue la sustancia, por medio de la técnica de la pesada con la balanza de brazos iguales en el aire, pues esta técnica posee una evidencia completa y total, lo que no ocurre con ninguna otra clase de información, y su logro se localiza históricamente en la antigüedad remota del imperio persa (Ezequiel 4:10 (KJV)). La figura adquirirá valor numérico mediante el ángulo como medida de la orientación, mientras que el tamaño lo adquiere a partir de la distancia y de la disposición tridimensional trirrectangular del espacio. El conjunto de las tres variables esenciales, con las que se da identidad intrínseca a los cuerpos, constituye el primer concepto de materia o primera estructura de clases de información obtenidas de lo que existe (Fernández y Solano, 2012).

La evolución del concepto de cuerpo, desde la identidad extrínseca, que obtiene por la individualidad de los registros cerebrales, hasta la identidad intrínseca, que obtiene de sus estados de quietud, se denota por el cambio de la denominación de cuerpo a la de sólido.

La evolución de la identidad intrínseca de los sólidos en quietud, desde que se inician sus componentes figura, tamaño y sustancia, hasta que estas componentes adquieren sus valores numéricos, está asociada a su manipulación.

PROCESO MENTAL DE LA IDENTIDAD DE LOS LÍQUIDOS

La primera identidad de los flúidos está subordinada a los cuerpos (Jones y otros, 1989; Lynch, 1996), porque sólo con los cuerpos se pueden delimitar porciones de flúidos y dicha delimitación es la condición básica para que la mente pueda establecer sus primeras identidades. Los recipientes o cuerpos con los que se delimitan las porciones de flúidos, permiten la manipulación de dichas porciones de flúido, pero les imponen su distribución. La manipulación de los flúidos permite que les sean transferidos la práctica de la pesada y el concepto de sustancia (Solano, Fernández y Jiménez, 2009). Esto implica la evolución de sus identidades extrínsecas a identidades con contenido intrínseco, lo que se denota denominándolos líquidos (la identidad de los gases se consiguió en el siglo XVII con posterioridad a Boyle, pues éste fue el primero en conseguir delimitar porciones de gases, aunque no logró abandonar el dogma de los cuatro elementos, y siguió considerando a los gases como distintos tipos de aire (Brock, 1998)).

El concepto de sustancia para los flúidos no es tan evidente como para los cuerpos, porque los flúidos tienen que estar en recipientes para poder ser manipulados. Esto implica, que junto a la información de la sustancia del flúido está la información de la sustancia del recipiente. A pesar de lo anterior, el concepto de sustancia para los flúidos evoluciona casi simultáneamente con la evolución del concepto de sustancia para los cuerpos, por lo que la denominación de sólidos es casi simultánea con la de líquidos.

La manipulación de los líquidos en recipientes, ya sea abiertos o cerrados, permite obtener la constancia de la capacidad de las porciones de líquidos y la práctica de dar valor numérico a las porciones de líquido por su capacidad o medida de capacidades (Solano y otros, 2009). La evidencia de la medida de capacidades, se antepone a la práctica de la pesada de las porciones de líquidos, sin embargo, la integración de la capacidad de los líquidos con el tamaño de los sólidos debe esperar a la disociación completa entre figura y tamaño.

La integración, a nivel de valor numérico, de la capacidad y el tamaño, se reconoce con la denominación de volumen (la dificultad de la integración de los gases se debe a que su distribución no posee componente constante alguna, por lo que las porciones de gases sólo se pueden delimitar mediante conjuntos complejos de interacciones).

La eliminación de la figura, que es componente esencial de la materia de los cuerpos, para que se puedan integrar los líquidos, no es fácil; porque la figura es, precisamente, la componente de máxima jerarquía en la identificación de los cuerpos. La operación de eliminar la figura intrínseca o propia, de los cuerpos y, a pesar de ello, mantener la constancia del tamaño, cuya determinación numérica está siempre subordinada a una forma (figura en la que las orientaciones guardan relaciones tan sencillas que permiten el cálculo del tamaño asociado), es la etapa estructural que permite pasar del concepto de tamaño al de volumen y la integración de la capacidad. Hay que tener en cuenta, que a pesar de que la capacidad de los líquidos se inicia como una propiedad extrínseca, ya que se les asigna en función de la capacidad de la vasija que los contiene y delimita, su constancia permite su identidad intrínseca, que es básica para completar la disociación entre figura y tamaño de los cuerpos (Fernández y Solano, 2012).

El uso del vocablo volumen no implica que dichas etapas estructurales se haya logrado y, de hecho, hay serias dificultades para conseguirlas, como lo demuestra la razón ofrecida a Galileo: la flotación del hielo se debe a que su forma plana le impide la sumersión en el agua (Drake, 1981). En consecuencia, la identidad intrínseca de los líquidos también presenta serias dificultades en relación al volumen, incluso, aunque dicha identidad quede limitada a la fenomenología de la quietud, como lo demuestra la disparidad de

concepciones sobre los vasos comunicantes, los depósitos de agua, etc. (Inhelder y Piaget, 1972; Fernández, Solano y Jiménez, 2007) como consecuencia de no eliminar la información de las correspondientes figuras (hay una carencia en la manipulación de los líquidos, que impide eliminar dicha información).

La correcta asignación de sustancia y volumen a los líquidos, mediante su manipulación en recipientes, es una etapa evolutiva obligada en la conceptualización de la materia, pues la figura debe llegar a ser considerada como trivial. La conceptualización de Descartes, al afirmar que la “extensión” es la única cualidad esencial de lo que existe (concepción cosmológica de Descartes) (Descartes, 1995), indica que el concepto de volumen había sido extrapolado por su disociación completa de la figura; pero al establecer la identidad de la sustancia asociada a los “torbellinos” de la extensión, pone en evidencia, la incorrecta identidad de la sustancia y de la evolución de la estructura conceptual de las clases de información de lo que existe. La frase “pienso luego existo” sería un fundamento sólido si se conociese el contenido intrínseco del pensar y del existir, pero ninguno de los dos lo posee, aunque la identidad extrínseca de ambos sea evidente para toda mente con nivel lógico.

Las regularidades superficiales de los sólidos, complementadas con la coincidencia entre las regularidades de volumen y de sustancia, llevan al concepto de homogeneidad para los sólidos. La homogeneidad de los sólidos no implica que su regularidad tenga simetría central o presente isotropía. Sin embargo, los líquidos en equilibrio poseen regularidad con simetría central, por lo que sus partes elementales deben ser iguales y estar distribuidas de manera regular y continua, cualesquiera que sea el centro al que se refiera dicha distribución. Como los líquidos en equilibrio están en quietud, el conjunto de interacciones que hay sobre todas y cada una de sus partes, ya sean éstas elementales o consideradas, deben tener unas resultantes nulas (las interacciones sobre cada una de las partes del líquido tendrán sus orientaciones distribuidas con simetría central y el mismo valor numérico, pues sólo así su resultante será nula) (Fernández y otros, 2007). Establecer la simetría central y la resultante nula de los conjuntos de interacciones sobre las diversas partes, que se pueden considerar en una porción dada de líquido, exige la independencia total de dichos conjuntos de interacciones tanto de las figuras de las partes consideradas como de la figura del depósito, a pesar de que éste genera, por deformaciones elásticas, todas las interacciones de los conjuntos, con excepción de la vertical descendente, que es la que se evalúa numéricamente con la pesada.

La diferencia de valor numérico entre dos interacciones pertenecientes a dos partes del líquido distintas, aunque de iguales figura y tamaño, sólo se debe al peso de un cilindro de líquido, cuya base sea el área de las secciones horizontales de las partes consideradas y cuya altura tenga igual valor numérico que el desnivel entre dichas partes, porque las interacciones correspondientes a las demás orientaciones, se deben a las deformaciones elásticas de paredes y fondo del recipiente, originadas por la anterior interacción.

CONTENIDOS INFORMATIVOS DE LOS VOCABLOS USADOS PARA DAR IDENTIDAD A LAS RELACIONES ENTRE LOS LÍQUIDOS Y LOS SÓLIDOS

El primer problema de las relaciones entre sólidos y líquidos es que los sólidos se pueden relacionar con los líquidos, pero los líquidos no pueden relacionarse con los sólidos. Para que esta relación orientada entre sólidos y líquidos sea independiente de toda otra interacción, las dimensiones geométricas de la porción de líquido, con la que se va a relacionar un sólido, deben ser mayores que las correspondientes dimensiones geométricas de dicho sólido.

La deficiente identidad de los líquidos impide la correcta estructura de la información sobre lo que existe y esto se agrava con la deficiente identidad de las relaciones entre sólidos y líquidos, como muestran los contenidos informativos de los distintos vocablos con los que se designan dichas relaciones: inmersión, sumersión, flotación y sus verbos.

Inmersión es, según la Real Academia de la Lengua Española (en adelante RALE), “acción de introducir o introducirse una cosa en un líquido”. En esta definición debe notarse: a) que el vocablo cosa es inadecuado, pues con los líquidos sólo se relacionan los sólidos; b) que la frase “introducir en un líquido” implica una interacción ajena a la interacción entre el sólido y el líquido; c) que la frase “introducirse en un líquido” pone de manifiesto el “animismo” de la materia, así como el predominio de la interacción del sólido sobre la del líquido; d) que el verbo introducir ignora la figura del sólido, a pesar de que la orientación de la figura del sólido es una variable de dicha relación. Por todo esto, la **inmersión** debe ser definida como “**acción de depositar un sólido sobre una porción de líquido con dimensiones geométricas mayores que las correspondientes del sólido**”.

Inmergir es, según la RALE, “un neologismo inútil por sumergir”. Es evidente que esto no es correcto, porque, incluso aceptando introducir en vez de depositar, introducir implica imponer una orientación de la figura del sólido, que puede coincidir o no, con la de la sumersión, además, al “introducir un sólido en un líquido” puede ocurrir: 1) que la parte del sólido en el interior del líquido quede limitada, porque las dimensiones transversales del recipiente que contiene al líquido sean menores que las correspondientes del sólido; 2) que el sólido toque el fondo del recipiente, sin que se haya completado la interacción del líquido sobre el sólido; 3) que queden efectuadas las interacciones recíprocas entre el sólido y el líquido, pero predomine la del líquido: el sólido flota; 4) que queden efectuadas las interacciones recíprocas entre sólido y líquido, pero sea mayor la del sólido: el sólido sumerge; 5) que se aplique una interacción externa para “hundir completamente” a un sólido flotado o para hacer flotar un sólido sumergido; etc. “**Inmergir es depositar un sólido en una porción de líquido con dimensiones geométricas mayores que las correspondientes del sólido**”.

Sumersión es, según la RALE, “acción y efecto de sumergir”. Si se acepta esto habría que tomar “inmersión como inútil por sumersión”. La inmersión del submarino es el cambio en una de las magnitudes que le dan identidad intrínseca, su sustancia (aumenta por llenar sus tanques vacíos con agua del mar) y el cambio en la orientación de la interacción externa que es su propulsión. La **sumersión** es sólo un estado de equilibrio o “**el resultado o efecto de sumergir**”.

Sumergir es, según la RALE, “quedar un sólido rodeado completamente por el líquido en el que está inmerso”. La deficiencia de esta definición se debe a la ambigüedad de “inmerso” y a que no se hacen explícitas las interacciones sobre el sólido, ya que sobre el sólido puede haber una interacción externa que lo mantenga en el interior del líquido. Esta ambigüedad se elimina con la definición: “**sumergir es quedar un sólido rodeado completamente por el líquido en el que se deposita y junto al fondo del mismo**”.

Flotación es, según la RALE, “acción y efecto de flotar”. La emersión del submarino se debe a los cambios inversos a los de su inmersión. La **flotación** es sólo el estado de equilibrio o “**efecto de flotar**”.

Flotar es, según la RALE, “sobresalir parte de un sólido de la superficie libre del líquido en el que está inmerso”. Aquí la ambigüedad de “inmerso” vuelve a originar deficiencia de contenido, pues todo sólido sobresaldrá de la superficie libre del líquido en el que está inmerso, si toca el fondo del recipiente antes de que la interacción del líquido sobre el

sólido se haya completado. Por esto, **“flotar es sobresalir parte del sólido de la superficie libre del líquido en el que ha sido depositado, si las dimensiones geométricas del líquido son mayores que las correspondientes del sólido”**.

Es usual designar a la “parte hundida” de un sólido flotado como “parte sumergida”, pero ello es incorrecto, porque dicha parte no queda completamente rodeada de líquido, pues lo impide la sección del sólido que complementa a la superficie libre del líquido.

También es usual designar a la “parte que sobresale” como parte flotante, pero tampoco es correcto, pues flotar implica una parte hundida o por debajo de la superficie libre del líquido, y otra parte que sobresale o por encima de la superficie libre del líquido.

Un sólido flotado puede **“hundirse completamente”** en el líquido con una interacción externa, pero tal hundimiento no es una sumersión, ya que la interacción externa puede que no coincida con la orientación de la figura del sólido que se genera en la interacción sólido líquido, ya que dicha orientación de la figura del sólido al estar “completamente hundido” no tiene tampoco, por qué coincidir con la orientación de la figura del sólido en la flotación. Cuando dicha interacción externa cesa, el sólido vuelve a flotar, porque la interacción del líquido sobre el sólido es mayor que la correspondiente al equilibrio entre ambos, pero la orientación del exceso de la interacción del líquido sobre el sólido no tiene tampoco que ser vertical.

Todo sólido flotado ha sido inmergido, pero no todo sólido inmergido flota, pues algunos sólidos sumergen. Todo sólido sumergido ha sido inmergido, pero no todo sólido inmergido sumerge, porque algunos sólidos flotan.

También es deficiente el contenido informativo de la frase “líquido desplazado” y debe ser sustituida por la de **“líquido derramado”**, aunque ello exige que la inmersión se haga siempre en recipientes enrasados. El uso de recipientes enrasados establece una igualdad entre “líquido desplazado” y “líquido derramado”, porque la superficie libre del líquido se mantiene constante y es única. Cuando el recipiente no está enrasado, el “líquido desplazado” no coincide con el volumen de la parte del sólido hundida en el líquido, sino que es menor (este problema ya fue puesto de manifiesto por Galileo), porque la superficie libre del líquido cambia (el “líquido desplazado” es el correspondiente al volumen de la parte del sólido que queda por debajo de la superficie horizontal que coincidía con la superficie libre del líquido antes de inmergir el sólido). Además, el “líquido derramado” es evidente, el “líquido desplazado” no lo es.

CONTENIDOS QUE DIÓ ARQUÍMEDES A LOS VOCABLOS ANTERIORES

Aquí se hace referencia a los enunciados de las proposiciones 3, 4, 5, 6 y 7 de la sección “On Floating Bodies. Book I” del libro de Arquímedes (Heath, 1897).

En la 3: a) usa la frase “si (el sólido) se deja caer dentro del líquido” en sustitución de “si es inmergido”; b) usa “inmergirá” en sustitución de “sumergirá”; c) usa “proyecta encima” en sustitución de “sobresaldrá”.

En la 4: a) describe la flotación, pero no usa vocablo para designarla; b) a diferencia de la 3 distingue “inmergido” de “sumergido”; c) usa “sumergido” para designar la parte hundida del sólido (parte del sólido que queda por debajo de la superficie del líquido).

En la 5: a) usa la frase “si se coloca en el líquido” en sustitución de “si es inmergido”; b) usa “inmergirá” por “hundirá”.

En la 6: a) usa la frase “Si un sólido más liviano que un líquido es inmergido en él forzosamente” en sustitución de “Si un sólido flotado es hundido completamente”.

En la 7: a) vuelve a usar la frase “si se coloca en él” en sustitución de “si es inmerso”; b) usa la frase “descenderá hasta el fondo del líquido” en sustitución de “sumergirá”.

CONCLUSIONES

El vocablo sumersión describe el estado de equilibrio de un sólido en el interior de un líquido, cuando el peso del sólido es mayor o igual que el peso de un volumen de líquido igual al volumen del sólido. Estos sólidos siempre están en el fondo de líquido.

El vocablo flotación describe el estado de equilibrio de un sólido en una porción de líquido de dimensiones geométricas mayores que las del sólido, cuando el peso del sólido es menor que el peso de un volumen de líquido igual al volumen del sólido.

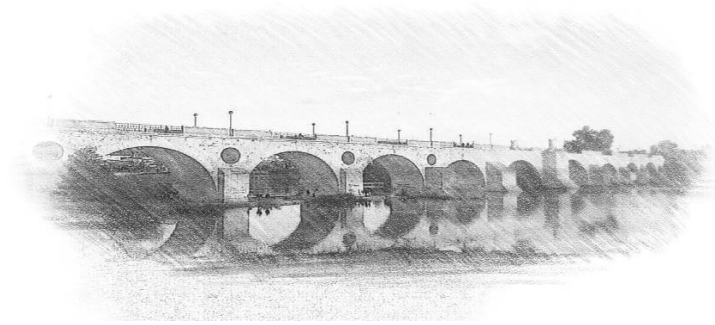
El vocablo inmersión describe la acción de depositar un sólido sobre un líquido de dimensiones geométricas mayores que las correspondientes del sólido.

Además hay dos series de estados posibles cuando hay una interacción vertical y externa a la relación entre sólidos y líquidos: a) cuando la interacción vertical y externa está orientada hacia abajo y se aplica a un sólido flotado; b) cuando la interacción vertical y externa está orientada hacia arriba y se aplica ya sea a un sólido flotado ya sea a un sólido sumergido. En el límite superior de la serie a) el sólido queda “hundido completamente”. El límite superior de la serie b) es externo a la serie y el sólido queda fuera del líquido.

BIBLIOGRAFÍA

- Acredolo, C. y Acredolo, L. P. (1979). Identity, compensation and conservation. *Child Development*, 50(2), 524-535.
- Bonera, G. (1996). Signor Galileo Galilei's scales. *International Journal of Science Education*, 18(8), 881-887.
- Brock, W. H. (1998). *Historia de la Química*. Madrid: Alianza.
- Caroff, X. (2002). What conservation anticipation reveals about cognitive change. *Cognitive Development*, 17(1), 1015-1035.
- Descartes, R. (1995). *Los principios de la Filosofía*. Madrid: Alianza.
- Drake, S. (1981). *Cause, experiment and science*. Chicago: Chicago University Press.
- Fernández, E. y Solano, I. (2012). Conceptuación de la materia. En J.M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (pp. 317-324). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.
- Fernández, E. y Solano, I. (2015). Variables intrínsecas que condicionan la enseñanza del lenguaje. En J.J. Maquilón y N. Orcajada (Ed.), *Investigación y Acción Educativa en Infantil y Primaria*, (pp. 365-376). Murcia: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.
- Fernández, E., Solano, I. y Jiménez, E. (2007). ¿Tamaño o volumen? *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 341-354.
- Graf, E. H. (2004). Just what did Archimedes say about buoyancy? *The Physics Teacher*, 42(5), 296-299.
- Heath, T. L. (1897). *The works of Archimedes*. Cambridge: University Press.
- Heron, P. R. L., Loverude, M. E., Shaffer, P. S. y McDermott, L. C. (2003). Helping students develop an understanding of Archimedes' principle. II. Development of

- research-based instructional materials. *American Journal of Physics*, 71(11), 1188-1195.
- Inhelder, B. y Piaget, J. (1972). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Buenos Aires: Paidós.
- Jones, B. L., Lynch, P. P. y Reesink, C. (1989). Children's understanding of the notions of solid and liquid in relation to some common substances. *International Journal of Science Education*, 11(4), 417-427.
- Jones, G. E. y Gordon, W. P. (1979). Removing the buoyant force. *The Physics Teacher*, 17(1), 59-60.
- Leroy, B. (1985). Archimedes principle: a simple derivation. *European Journal of Physics*, 6(1), 56.
- Loverude, M. E., Kautz, C. H. y Heron, P. R. L. (2003). Helping students develop an understanding of Archimedes' principle. I. Research on student understanding. *American Journal of Physics*, 71(11), 1178-1187.
- Lynch, P. P. (1996). Students' alternative frameworks for the nature of matter: a cross-cultural study of linguistic and cultural interpretations. *International Journal of Science Education*, 18(6), 743-752.
- Matlin, M. W. y Foley, H. J. (1996). *Sensación y percepción*. México: Prentice Hall Hispanoamericana.
- Piaget, J. (1934). *La causalidad física en el niño*. Madrid: Espasa-Calpe.
- Piaget, J. e Inhelder, B. (1982). *El desarrollo de las cantidades en el niño*. Barcelona: Hogar del Libro.
- Ray, J. R. (1979). Removing the buoyant force, a follow-up. *The Physics Teacher*, 17(6), 392-393.
- Rowell, J. A. y Dawson, C. J. (1977). Teaching about floating and sinking: further studies toward closing the gap between cognitive psychology and classroom practice. *Science Education*, 64(4), 527-540.
- Snir, J. (1991). Sink or float -what do the experts think?: The historical development of explanations for flotation. *Science Education*, 75(5), 595-609.
- Solano, I., Fernández, E. y Jiménez, E. (2009). Una secuencia concreta para enseñar la capacidad de los líquidos en la Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2002-2005.
- Wagner, L. y Carey, S. (2003). Individuation of objects and events: a developmental study. *Cognition*, 90(2), 163-191.



COMUNICACIONES ORALES

Línea 5. Educación científica en contextos formales

La Familia Profesional de Sanidad en la Formación Profesional en Huelva. Motivaciones y obstáculos de acceso a los Ciclos Formativos

Cidre-Fernández, I., Vázquez-Bernal, B.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias y Filosofía. Facultad de Educación.
Universidad de Huelva.*

ismael.cidre@ddcc.uhu.es

RESUMEN

Este artículo refleja el trabajo realizado, con el que se quiere dar respuestas a ciertas interpretaciones actualmente desvirtuadas de una realidad desconocida de la Formación Profesional, materia que ha llevado a estudio ciertos procedimientos dentro de la Administración de Educación en la actualidad. Por lo que en un esbozo de planteamiento inicial, se puede indicar que es un estudio acotado en un conjunto de categorías relacionadas con la motivación, los obstáculos y las diferentes vías de acceso y alumnado para acceder a los Ciclos Formativos de dicha rama. Se ha encontrado como factor clave la motivación en ciencia en etapas pre-ciclos para conseguir la nota de acceso, además del cambio de motivación suscitada en los mismo durante su estudio, evidenciándose en tres objetivos establecidos dependiendo la edad con la que cursen estos: (1) Acceso a enseñanzas superiores, (2) Conocer una profesión, (3) Puntuación para bolsas de trabajo.

Palabras claves

Formación Profesional Sanitaria; Motivaciones alumnado; Acceso estudios.

INTRODUCCIÓN

Siempre se ha pensado que la motivación del alumnado por cursar ámbito científico, estaba relacionada con sus destrezas innatas o adquiridas a lo largo de los años de estudios que permanecen dentro del Sistema Educativo, sin embargo, todo este templo de sabiduría al que estamos aferrados desde tiempos pasados, queda quebrado cuando hablamos de la Formación Profesional (FP), ya que el alumnado que accede a los Ciclos Formativos (CF) dentro de las familias profesionales que contempla la rama de ciencias (tanto si accede por vía lineal desde la secundaria o bachillerato como si accede por la opción C de pruebas de acceso para CF – donde se enmarca la Familia Profesional de Sanidad (FPS), no conlleva precisamente una motivación adquirida por el conocimiento de las ciencias, sino que influyen muchísimas más variables, como el sector productivo, o las ofertas laborales para ciertos ámbitos.

Por esos motivos nos podemos encontrar en el aula una mayor afluencia de alumnado de distinta índole y con distinta motivación. Podemos ver aquellos alumnos/as que han encontrado alguna desmotivación en el estudio y, por tanto, no sigue la vía “normal” de estudios de Bachillerato, pues, según Martín Gordillo (2010), el bachillerato es la etapa en la que se producen más abandonos y, por ello, intentan cubrir sus expectativas con estudios de FP.

De acuerdo con ciertos autores (Calero Martínez, 2006; Merino Pareja, 2006; García Gómez, 2015), la FP es ampliamente considerada en nuestro país, aun hoy, como la opción para aquellos estudiantes que no obtienen buenos resultados académicos en la Educación secundaria obligatoria (ESO) o en Bachillerato. Así, en el aula, podemos encontrar alumnado que tiene especial interés por conocer un oficio y su práctica profesional, alumnado que ya ha realizado CF tanto de Grado Medio como de Grado Superior de la misma Familia Profesional o, incluso de otra, cuya inquietud por cursar estos nuevos CF, es la consecuente subida de puntuación que le lleva tener aprobado un CF para cualquier tipo de sistema de concurso, bolsa u oposición. Incluso podemos encontrar además alumnado que ha realizado con anterioridad alguna carrera universitaria y que, una vez finalizada, no ha podido encontrar inserción laboral queriendo así ampliar, actualizar e incluso complementar la formación con un CF. Por otra parte, también se pueden encontrar alumnos que utilizan los estudios de FP como trampolín para realizar otros estudios posteriores.

Por estas razones y debido a la gran afluencia de alumnado de distintas edades que acceden a la FP, se podrían plantear posibles modificaciones en cuanto a la vía de acceso a los distintos CF.

El punto de partida en el que está basado el presente estudio, parte de un objetivo general que va a ser nuestro eje organizador. *Conocer cuál es la motivación que tiene el alumnado de ciencias para escoger una vía alternativa de estudio como la Formación profesional y cuáles son los obstáculos que se encuentra para ello.*

Partiendo del supuesto de que el alumnado de Ciencias que accede a la FP de FPS, tiene en su mayoría una motivación vinculada al incremento de su currículum, para la consecución de mayor puntuación en distintas bolsas de trabajo y no una motivación en cuanto a formarse en una profesión, esto conlleva el acceso a estudios de FP por otras vías dando lugar a un obstáculo para el acceso al alumnado que de forma lineal debía de acceder a los estudios de FP y que, por saturación del grupo anteriormente mencionado, queda fuera de estos estudios.

MARCO CONCEPTUAL

El Sistema educativo español ha sufrido modificaciones a lo largo del tiempo, debido a los diferentes cambios políticos generados. Estos han provocado cambios legislativos en dicho sistema. Cronológicamente se mostrarán las modificaciones legislativas sufridas a nivel nacional y su implicación con la FP.

Especialmente referenciar la Ley de 1955 de FP Industrial, del Ministerio de Educación y Ciencia (modificaba un Estatuto de 1928), que incluía un Pre-aprendizaje; una Orientación y Aprendizaje (formación de operarios en Oficialía); una Maestría (formación de Maestros Industriales) y Perfeccionamiento.

La Ley General de Educación de 1970, integraba las corrientes europeas, remodelando la FP. Generando la FP1 (obligatoria para todos los que no obtuvieran el Graduado Escolar), la FP2 (cuando se finalizara el BUP) y la FP3 (dirigidas a los que finalizaran estudios universitarios).

La Ley Orgánica General del Sistema Educativo de 1990 donde la FP empieza a lavar su estructura en cuanto a la visión de la población. Estuvo vigente hasta el año 2006 para la Educación Secundaria Obligatoria, actualmente sigue dando sus últimos coletazos en la FP, ya que aún en algunas Ramas o Familias Profesionales, contemplan CF actualmente vigentes.

Junto con la anterior legislación, en la FP, (dentro de la FPS), existe un momento de conexión, ya que existen otros ciclos vinculados a la Ley Orgánica de Educación (LOE) de 2006, actualmente vigente pero ha sido modificada por la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) que contempla una serie de modificaciones de la LOE, en proceso de implantación y que, por el momento en FP, no ha contemplado ninguna actuación, por lo que queda fuera de nuestro ámbito de estudio.

Además, el tema de la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de cualquier materia científica constituye una seria preocupación para el profesorado (Furió, 2006).

En el origen de las actitudes (o predisposiciones de comportamiento) se encuentran otras variables afectivas como los valores, las motivaciones y las creencias (Simpson *et al.*, 1994).

Estas motivaciones, actualmente estudiadas, quedan esbozadas en estudios como los de Romero Molero (2009) sobre motivación y aprendizaje significativos en alumnos y alumnas de la FP o los análisis de Primo (2012), sobre dicha motivación, también en las aulas de FP.

Sin duda el alumnado ha de ir marcando ciertas vías de estudios en educación secundaria (o letras o ciencias, posteriormente entre letras puras o ciencias sociales y entre técnico o científico), no es algo habitual en FP, ya que esta enseñanza es una enseñanza post-obligatoria, en las que la primera motivación es el descubrimiento de la enseñanza y segundo la decisión de elegir esa enseñanza como algo que quiere. Por ello creemos que es punto fuerte de la FP (sobre todo en CF de Grado Superior), que las motivaciones que presentan el alumnado que cursa este tipos de enseñanzas dentro de la Familia Profesional, son específicas, que intentaremos descubrir a lo largo de nuestra investigación y siempre siguiendo la idea ya planteada de estudios de la talla de Hernández y Tort (2009), donde reclaman que es necesario que la investigación educativa se preocupe por conocer las experiencias del alumnado, por entender cómo se relacionan con los saberes, por indagar en los factores que favorecen el éxito, etc.

En estudios con modelos predictivos con ecuaciones estructurales con alumnado de FP, se ha encontrado que los estudiantes superficiales (uso de inadecuadas estrategias de aprendizaje) son catalogados como estudiantes malos “ con inadecuadas motivaciones y estrategias para superar las demandas que se les pueda realizar a lo largo de sus estudios, pero para poder hacer esta tajante afirmación deberíamos saber si el proceso de enseñanza y los contenidos que se abordan en las asignaturas no están condicionando que los estudiantes se adapten a las demandas empleando un enfoque superficial. Es decir, que el ser superficiales sea más una estrategia que una motivación, ya que es lo demandado por los profesores en sus clases” (Sánchez y Pina, 2011: p. 97).

Algunos estudios, incluso, han planteado la necesidad de reconstruir la autoestima y confianza en sí mismos de este alumnado, perdida a lo largo de trayectorias escolares desastrosas durante las cuales con frecuencia han interiorizado la idea de fracaso personal e incompetencia académica (Rodríguez y otros, 2012).

Otros estudios han evidenciado el hecho de que hay una mayor presencia de las clases sociales menos favorecidas en esta etapa educativa, lo que, sin duda, va a marcar decisivamente al alumnado, desde los resultados académicos, hasta la percepción sobre su formación, y sus expectativas laborales, pero que, también, las oportunidades de clase del alumnado estén determinadas por su sexo, con un sentido negativo hacia las mujeres (Lucas y Balibrea, 2003).

METODOLOGÍA

Diseño experimental

Seguimos un diseño ex-post-facto, donde la naturaleza del objetivo ha hecho necesaria la adopción de un enfoque interpretativo de investigación y de una metodología cualitativa (Rodríguez, Gil y García, 1996), además de ser precedido por la utilización de métodos cuantitativos para un barrido de selección.

El plan de trabajo ha sido el siguiente (Cuadro I):

<p>1.- FASE DE PREPARACIÓN: Inicialmente reunión entre el equipo de trabajo de investigación para identificar cuáles son los problemas. Una vez valoradas las inquietudes del grupo de profesionales, pasamos a la fase de búsqueda de los datos, de entre los cuales es necesario conocer:</p> <ul style="list-style-type: none"> Centros Educativos Grupo de alumnos/as <p>Análisis Bibliográfico de la materia Elaboración de una propuesta metodológica Elaboración de instrumentos de recogida de datos.</p>	<p>2.- FASE DE APLICACIÓN Subida de datos a las plataformas web, con las que vamos a centralizar la información para la recogida de datos. Reunión con los tutores de grupos en los distintos centros educativos donde se imparten CF de la Familia Profesional de estudio en la Provincia de Huelva. Informar al alumnado de los distintos centros educativos Recogida de los datos.</p>
<p>3.- FASE DE ANÁLISIS Vaciado y análisis de los datos ex -post-facto. Análisis de los resultados.</p>	<p>4.- FASE DE ESTABLECIMIENTO DE CONCLUSIONES Elaboración de las Conclusiones. Publicación de los Resultados.</p>

Cuadro I. Plan de trabajo

Participantes

La elección de la Familia Profesional se ha considerado teniendo en cuenta los dos únicos centros educativos que contemplan estos estudios en Huelva capital, donde se imparten la mayoría de las especialidades de la FPS.

Tomaremos muestra a 200 alumnos/as, siguiendo un muestreo opinático o intencionado.

C.F.G.M. Farmacia y Parafarmacia (30 alumnos/as), C.F.G.M. Auxiliar de Enfermería (30 alumnos/as), C.F.G.S. Laboratorio de Diagnóstico Clínico (28 alumnos/as), C.F.G.S. Salud Ambiental (26 alumnos/as), C.F.G.S. Dietética y Nutrición (29 alumnos/as), C.F.G.S. Prótesis Dentales (28 alumnos/as), C.F.G.S. Anatomía Patológica (29 alumnos/as).

Procedimientos de recogida y análisis de datos

Colas y Buendía, (1992), García-Gómez, S. (2015) definen los instrumentos de recogida de la información o instrumentos de primer orden de tal forma que no los considera un fin en sí mismo, sino una herramienta para conseguir los datos de la investigación que se plantea.

Por tanto estos instrumentos son técnicas de recogida de datos que permiten un acercamiento biográfico y narrativo a la experiencia vital del alumnado, coherente con la naturaleza del fenómeno que estudiamos y con el enfoque metodológico adoptado (Perreneoud, 2007; Van Manen, 2003).

Por ello, inicialmente, se necesitó elaborar una plataforma ON-LINE en la que se iban a ir subiendo todos los cuestionarios, además de los instrumentos a utilizar. Tal como se recoge en la bibliografía al respecto (Colás y Buendía, 1998; Latorre, Rincón y Arnal, 1996; Rodríguez, Gil y García, 1996), *era necesario obtener un cuestionario con preguntas diversas, en las que se integraran susceptiblemente la información a la que necesitábamos llegar para su posterior análisis.*

En estos instrumentos se evidencia una primera parte de información personal del alumnado, que no tendrá ningún valor informativo para este trabajo, pero que era totalmente necesario obtener para el caso que tuviéramos que volver a pasar algún otro cuestionario, por motivos que en algún aspecto fuera reseñable, y no obstante, siguiendo las pautas de la Ley de Protección de Datos de carácter personal Ley 15/1999, quedarían en total confidencialidad de la persona que hiciera el análisis. Una segunda parte o cuerpo del trabajo, en el que se desarrollaban preguntas meramente “monorespuestas”, seguidas de preguntas con desarrollo explícito de aclaración de detalles o desarrollo de información aclaratoria.

Una vez finalizada la elaboración del Instrumento Cuantitativo (pendiente de publicación y que se pasará a mostrar en los encuentros a los que se acceda), era necesario validarlo por un grupo de expertos para conseguir la aceptación esperada y conocer que **siempre es susceptible de mejora.**

Además, siguiendo a un sector doctrinal que utiliza la Narrativa de vida, como modelo de indagación semi-estructurada o cualitativa, cabe destacar a Reis (2012), o a algunos autores que realizan estudios de investigación cualitativa (Flick, 2007; Martínez, 2006; Rodríguez, 1996), en los que se desarrollan distintos ítems de trabajo y en los que se considera entre otros como principio epistemológico: *“comprender el fenómeno de estudio desde la perspectiva de los propios participantes en el contexto de una situación social en un momento y lugar concreto”*. Se elaboró un instrumento cualitativo, donde se plasma los asideros para la obtención de datos, con preguntas con orientaciones guiadas, y finaliza haciendo volar la imaginación del alumnado elegido para el estudio, permitiéndole que narrara lo acontecido en todo el trayecto que ha tenido que recorrer para cursar CF.

La categorización de los datos, por tanto, es uno de los pasos fundamentales, a la hora de poder extraer información, necesitando representar cada una de las variables que tenemos de estudio, identificadas mediante indicadores y descriptores de la información. Se ha categorizado según unos niveles de complejidad crecientes, justificando la evolución en la complejidad como un gradiente en la interacción social, partiendo de los niveles iniciales, que son obstáculos (Vázquez-Bernal et al., 2007a; Vázquez-Bernal et al., 2007b; Vázquez-Bernal et al., 2012), como se aprecia en la figura I. Los niveles de evolución se expresan desde lo más sencillo (Nivel de evolución I) a lo más elaborado (Nivel de evolución III), que según la variable en la que estemos basándonos se podría explicar de uno u otro modo.

CATEGORÍAS	VARIABLES	INDICADORES	DESCRIPTORES	NIVEL DE EVOLUCIÓN
CATEGORIZACIÓN	CATEGORÍA I: MOTIVACIÓN 1.- MOTIVACIÓN QUE LLEVA AL ALUMNADO A SELECCIONAR LA RAMA DE CIENCIAS CON POSTERIOR VINCULACIÓN A LA REALIZACIÓN DE CICLOS FORMATIVOS DE LA FAMILIA PROFESIONAL DE SANIDAD	Pérdida de Autoestima personal y desinterés por los Contenidos Curriculares	Interés personal disminuido por la pérdida de autoestima en Enseñanzas obligatorias, dan lugar a elegir vías alternativas de estudios de corto alcance con enfoques al mundo laboral (Interés personal, y Conocimiento de una Profesión a corto plazo)	I
		Adquisición de nuevas competencias y fortalecimiento del propio YO.	Adquisición de seguridad en sí mismo, creencia y afianzamiento de sus propias motivaciones como un compromiso consigo mismo (Motivación por seguir estudiando enseñanzas superiores y seguir así ampliando el conocimiento).	II
		Reorganización de Ideales, utilizando alternativas educativas para adentrarse en el mundo laboral.	Reconocimiento de todo el Sistema de Estudio, con sus niveles de evolución, dando lugar a la valoración exacta de sus propias motivaciones, optando por la consecución de los objetivos marcados desde el inicio (Obtención de Puntuación para Bolsas de Trabajo).	III
	CATEGORÍA II: ESTRATEGIAS DE ACCESO 2.- ACCESOS POR EL QUE EL ALUMNADO LLEGA DESDE DISTINTAS ENSEÑANZAS A LA FORMACIÓN PROFESIONAL DE SANIDAD	Formación de Base	Adquisición de niveles mínimos que permiten el acceso a Nivel Medio de Formación Profesional. (Pruebas de Acceso a Ciclos Formativos de Grado Medio y Educación Secundaria Obligatoria)	I
		Ciclos Formativos de Grado Medio	Conseguir un nivel medio como meta puente para acceder a través de él y su nota media a acceder a otros Ciclos Formativos de Grado Medio, o realizar la Prueba de Acceso a Ciclos Formativos de Grado Superior de la misma familia profesional (o rama) donde se convalida el 50% de la misma.	II
		Bachillerato, Pruebas de Acceso a C.F.G.S y Ciclos Formativos de Grado S.	Acceso mediante el nivel superior de evolución de estudio en el que el alumno decide de forma personal su propia vía de estudio.	III
	CATEGORÍA III: DIFICULTADES 3.- OBSTÁCULOS QUE ENCUENTRA EL ALUMNADO PARA ACCEDER A LA FORMACIÓN PROFESIONAL DE SANIDAD	Desinformación	El alumnado está totalmente desinformado en cuanto a los tipos de acceso a los Ciclos Formativos de la Familia Profesional de Sanidad accediendo casi de forma azarosa, a estudios de FP a última hora, para obtener mayor puntuación de acceso para posteriores estudios superiores	I
		Vías de acceso de distintas categorías	El alumnado se informa del acceso a la F.P. y no contempla la idea de distintas especialidades o categorías dentro de la Formación Profesional	II
		Saturación de Ciclos F. por alumnado con estudios superiores ya realizados, en desempleo.	El alumno conoce a la perfección los tipos de acceso que hay, la formación profesional y la vinculación con el sector productivo, de tal forma que es capaz de articular una estrategia formativa-profesional para la consecución de objetivos profesionales	III

Figura I. Categorización de Datos (Elaboración propia, 2015)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Compilar los datos obtenidos tanto cuantitativamente como cualitativamente, es crear un escenario entrelazado de multitud de variables que puede llevar a resolución de datos de mucha y diversa índole.

Destacables son los datos sobre Motivación, en los que sólo el 5% del alumnado tienen un interés personal sobre la materia cuando acceden a la FP, o aquellos que llegan a conseguir un nivel superior de Evolución (atendiendo a la Tabla I. Categorización de Datos) en los que el alumnado llega a alcanzar un nivel de motivación en el que es capaz de reconocer la relación sistema educativo-sistema productivo y por ende convierte esta relación en una motivación de estudio para conseguir objetivos cercanos y palpables. Pero sin duda, la gran aportación del trabajo radica en que la mayoría del alumnado que cursa CF utilizan los estudios de FP para adquisición de nuevas competencias (Nivel de Evolución II en la Tabla I), no obstante es realmente destacable que haciendo un análisis algo más exhaustivo se puede dar un giro a ciertos datos de estudio, ya que atendiendo a la gran amplitud de edades que tienen el alumnado que acceden a estos estudios, la motivación por la que acceden va a ser muy diferente, destacándose sobretodo (por lo llamativo de la información) la siguiente relación de Intervalo de edad –Motivación. Figura 2.- Datos obtenidos en relación a objetivo específico.

<p>Figura 2.- OBJETIVO ESPECÍFICO.- Conocer la motivación que lleva al alumnado a decantarse por realizar Ciclos Formativos dentro de la Familia Profesional de Sanidad</p>	<p>Problema: ¿Cuáles son las motivaciones que tiene el alumnado a decantarse por realizar Ciclos Formativos dentro de la Familia Profesional de Sanidad?</p>	<p>Hipótesis: La principal motivación que actualmente presenta el alumnado que accede a la FP dentro de la FPS, es la del engrosamiento de un currículum con objetivos de aumento de puntuación para accesos a la Función Pública y desarrollo de otras titulaciones anteriores, quedando muy restringido el número de alumnado que quieren estudiar FPS como forma de conocimiento de una profesión para luego desarrollarla.</p>	<p>Si observamos los resultados obtenidos, podemos concluir que a diferencia de lo que se había planteado en la hipótesis, de inicio de trabajo, el mayor número de alumnado que accede a la Formación Profesional en la familia de Sanidad lo hace como puente para acceder a una enseñanza superior, lo que puede a llegar a hacernos pensar, tal como se recoge en el artículo de <i>García-Gómez, S. et al. (2015): Los Ciclos formativos de Grado Medio: una opción para salir del laberinto personal y académico</i>, el alumno llega a la formación profesional con desmotivación por ciertas materias que se cursan en enseñanzas obligatorias y posobligatorias, queriendo el alumnado adentrarse en profundidad en otras materias que ya tiene interiorizadas como entendibles o que por el contrario le desarrollan mucho más su potencial formativo.</p> <p>No es ni mucho menos inapreciable, que existe otro gran bloque de alumnado que utiliza la formación profesional, sólo como motivo de aprendizaje de una profesión (29% del alumnado), lo que anteriormente sería considerados como alumnado que no estarían capacitado para aprender enseñanzas superiores, hoy podía llevarnos a abrir una investigación en la línea hipotética sobre si este alumnado ha decidido aprender una profesión porque le atrae, sin contemplar ningún otro motivo de alcance.</p> <p>No podemos dejar tampoco de hacer mención a un tercer grupo con un 19% de representación que indica que acceden a la formación profesional con la única motivación de ampliar formación y conocimientos, lo que podría deberse al momento actual que está pasando el país, con la crisis económica.</p> <p>Es llamativo también indicar que sólo el 9% de este alumnado decide cursar Ciclos Formativos con la única motivación de obtener puntuación en bolsas de trabajo, dato que nos lleva a responder a nuestra hipótesis inicial: vemos que lo que se plantea o la idea que se tiene desde muchos puntos sociales de intervención en educación, es totalmente erróneo a lo que la realidad taxativamente plasma indicando que el ALUMNADO EN SU MAYORÍA NO ACCEDE A LA F.P. DE LA FAMILIA DE SANIDAD CON MOTIVACIÓN EXCLUSIVA DE ENGROSAMIENTO DE SU CURRÍCULO PARA LA CONSECUCCIÓN DE PUNTUACIÓN EN BOLSAS DE TRABAJO.</p> <p>Si hacemos un análisis sobre ¿Cuál es la motivación atendiendo a los Rangos de Edades que cursan estas enseñanzas (ya que al ser un rango tan grande de edades, da lugar a un rango enorme de motivaciones) podríamos dilucidar un poco más nuestro problema, ya que podemos observar que el rango de edad que accede a la formación profesional de la familia de Sanidad que tiene como motivación acceder a estas enseñanzas para obtener puntuación para bolsas de trabajo es un perfil de personas entre 38-48 años, llamativo en cuanto a que las demás motivaciones planteadas en este sistema de estudio están contempladas como motivación preferente para perfiles de edades entre 16-26.</p>
---	--	--	--

Figura 2.- Datos obtenidos en relación a objetivo específico

Pero sin lugar a duda, ambos instrumentos han dejado de manifiesto que existe una variabilidad de respuestas a nuestros objetivos planteados inicialmente, y que va a depender desde varios puntos de vistas:

Por un lado, del intervalo de edad del alumnado que cursa CF dentro de la FPS.

Además variabilidad en el alumno que ya tiene estudios superiores y aquellos que entran de forma lineal.

Pero lo más atractivo de esta compilación de datos, podría ser, que el problema no se queda enmarcado en unas vías de acceso, u obstáculos planteados, sino en la MOTIVACIÓN, debido a que es el factor clave para la consecución de la NOTA de acceso a los CF, y no encontrarse con Obstáculos en el camino.

CONCLUSIONES

Como Conclusión General podemos indicar que el alumnado presenta distintas inquietudes a la hora de cursar los CF de la FPS, debido a la gran amplitud de edad en la que nos movemos. No obstante al ser una enseñanza postobligatoria, ha de suponerse que todo el mundo opta en igualdad de condiciones, reconociéndose así los distintos tipos de acceso a la FP, con restricciones de plazas para cada vía de acceso, pero sin duda con un mismo punto de partida LA NOTA DE CORTE DE ACCESO, dependiendo la vía de acceso por la que opten, por lo que el problema no está en el rango de edades que accede a la FP, sino en la motivación con la que se ha cursado las enseñanzas anteriores (E.S.O Y BACHILLERATO) en su día, con la consiguiente respuesta en la Nota obtenida en estas enseñanzas y que, posteriormente, se utiliza para el acceso a la FP (lo que supone una de las grandes lagunas que hoy en día se analiza desde diversas fuentes de estudios investigativos). Aun así y atendiendo a que el alumnado que tenga adquirida varias posibilidades de vía de acceso a la FP, puede optar por entrar con cualquiera de ellas (escogiéndose en estos casos la que mayor posibilidad de acceso pueda tener –la de mayor nota-) y teniendo en cuenta el escenario económico del país, podemos concluir que la sobresaturación de acceso no es achacable a esta idea, sino que pensamos que es debido a la baja motivación con la que el alumnado termina sus estudios en la etapa obligatoria E.S.O. o incluso en la etapa de Bachillerato. Esto unido a los problemas económicos del entorno familiar y social, puede llevar a una desmotivación del mismo. Por tanto, la FP es una vía alternativa de estudio a la que todos/as pueden acceder en las mismas condiciones, sólo es importante tener en cuenta la motivación con la que se llega a ella, ya que las vías de acceso son iguales para todos/as los que quieran acceder a estas

enseñanzas y los obstáculos planteados para el acceso a estos estudios, son obstáculos creados para no ver la realidad con la que se está llegando a estos mismos, es decir, la motivación con la que el alumnado termina los estudios de E.S.O. o Bachillerato, debido tanto a problemas de motivación en el aula, como problemas sociales, familiares, económicos... En definitiva, problemas contextuales del alumno/a, que dan lugar a la pérdida de motivación del mismo/a para cursar enseñanzas regladas con un amplio alcance de recorrido, creándose una posible motivación en el alumnado por intentar acceder a estudios que en corto alcance puedan obtener una recompensa, como salida profesional en el mundo laboral.

BIBLIOGRAFÍA

- Calero Martínez, J. (2006). *Desigualdades tras la educación obligatoria: nuevas evidencias*. Documento de trabajo 83/2006, Fundación Alternativas.
- Colás, M. P. y Buendía, L. (1998). *Investigación Educativa*. 3ª edición. Sevilla: Alfar
- Fensham, P.J. (2004). Beyond Knowledge: Other Scientific Qualities as Outcomes for School Science Education. En R.M. Janiuk y E. Samonek-Miciuk (Ed.), *Science and Technology Education for a Diverse World - dilemmas, needs and partnerships*. International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) XIth Symposium Proceedings (pp. 23-25). Lublin, Poland: Maria Curie-Skłodowska University Press..
- Flick, U. (2007). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Morata.
- Furió Más, C. (2006). La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la química. Una cuestión controvertida. *Educación Química*, 17(1), 222-227.
- García, M. A. A. (2000). Tipos de Formación Profesional: Percepción de la utilidad. *Revista Europea de Formación Profesional*, (19), 54-63.
- García-Gomez, S. et al. (2015): Los Ciclos formativos de Grado Medio: una opción para salir del laberinto personal y académico”. *Tendencias pedagógicas*, nº. 25.
- Hernández Hernández, F. y Tort Bardolet, A. (2009). Cambiar la mirada sobre el fracaso escolar desde la relación de los jóvenes con el saber. *Revista Iberoamericana de Educación*, 49, 8.
- Latorre, A., Del Rincón, D. Y Arnal, J. (1996). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona: Hurtado.
- Lucas, J. C. S., & Balibrea, L. F. (2003). Familia de origen y género como explicación de la percepción del alumnado de la nueva Formación Profesional en la región de Murcia. *Tempora*, 175-200.
- Martín Gordillo, M. (2010). ¿Qué se puede hacer? Algunas propuestas (razonables) para promover el éxito escolar. *CEE Participación Educativa*, 15, 105-114.
- Martínez, M. (2006). La investigación cualitativa (síntesis conceptual). *Revista IIPSI*, 9(1), 123-146. Recuperado de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/investigacion_psicologia/v09_n1/pdf/a09v9n1.pdf
- Merino Pareja, R. (2006). ¿Dos o tres itinerarios de formación profesional? Balance y situación actual en España. *Revista Europea de Formación Profesional*, 37, 55-69.
- Perrenoud, P. (2007). *Pedagogías diferenciadas*. Madrid: Popular.

- Primo, J. (2012). *Motivación en las aulas de Formación Profesional*. Re-UNIR.
- Reis, P. y Climent, N. (2012). *Narrativas de profesores: reflexiones en torno al desarrollo personal y profesional*. Ed. Universidad Internacional de Andalucía.
- Rodríguez, G., Gil, J. y García, E. (1996). *Metodología de la Investigación Cualitativa*. Aljibe. Málaga.
- Rodríguez, S. R., Rojo, V. Á., Gómez, S. G., Flores, J. G., Rodríguez, A. G., Fernández, M. S. y López, C. S. (2012). El alumnado de formación profesional inicial en Andalucía y sus necesidades de orientación: algunas aportaciones. *REOP-Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 23(2), 4-21.
- Romero Molero, M^a del Mar. (2009). *Motivación y aprendizaje significativos en alumnos y alumnas de la Formación Profesional*. Recuperado de <http://www.eduinnova.es/dic09/Motivacion.pdf>.
- Sánchez, J. J. M., & Pina, F. H. (2011). Influencia de la motivación en el rendimiento académico de los estudiantes de formación profesional. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 14(1), 81-100.
- Simpson, R.D., Kobala, T. R., Oliver, J. S. y Crawley, F. E. (1994). Research on the affective dimension of science learning. En Gabel, D.L (Ed.). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: McMillan Pub Co.
- Van Manen, M. (2003). *Investigación educativa y experiencia vivida*. Barcelona: Idea Books.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R. y Mellado, V. (2007a) La reflexión en profesoras de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 25 (1), 73-90.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R. y Mellado, V. (2007b). El desarrollo profesional del profesorado de ciencias como integración reflexión y práctica. La Hipótesis de la Complejidad. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cienc.*, 4(3), 372-393.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R. & Mellado, V. & Taboada, M. C. (2012). The process of change in a science teacher's professional development: A case study based on the types of problems in the classroom. *Science Education*, 96 (2), 337-363.

Análisis de los conocimientos como parte de la competencia científica para los ciudadanos

España-Ramos, E.,⁽¹⁾ González-García, F. J.,⁽¹⁾ Blanco-López, A.,⁽¹⁾ Franco-Mariscal, A. J.^(1,2)

(1) Universidad de Málaga. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. (2) I.E.S. Juan Ramón Jiménez de Málaga.

enrieni@uma.es

RESUMEN

Se plantea el análisis del papel que un panel de expertos españoles otorga a los conocimientos como parte de la competencia científica deseable para la ciudadanía. Partiendo de los resultados obtenidos en un estudio Delphi anterior, se pretende en esta comunicación realizar un primer análisis del tratamiento dado a los conocimientos científicos a lo largo de las distintas fases de la investigación, y su comparación con los aportados en un conjunto de estudios relevantes sobre la formación científica para la ciudadanía. Estos conocimientos científicos se analizaron considerando su procedencia, su tipología, el papel que le otorgan los expertos y la evolución de las valoraciones en las distintas fases del estudio Delphi y su grado de consenso. El principal resultado obtenido es que no todos los grupos de expertos consultados mostraron comportamientos similares en cuanto al grado de atención que concedieron inicialmente a los conocimientos científicos, y a la evolución de sus valoraciones y consenso. Se concluye que la tarea de seleccionar los conocimientos científicos se hace cada vez más complicada, aunque parece existir una alta coincidencia entre los resultados de este estudio y de la literatura en torno a la necesidad de elegir un núcleo común y reducido de conocimientos científicos.

Palabras clave

Conocimientos científicos; competencia científica; estudio Delphi; ciudadanía.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se han producido importantes cambios en nuestra sociedad, como la emergencia de la era de la información, el nacimiento de la economía global y la intercomunicación mediante redes (Hurd, 1998). A su vez se han producido cambios revolucionarios en la naturaleza y práctica de las ciencias. Este autor destaca el fraccionamiento de las disciplinas científicas tradicionales en miles de campos de investigación, la hibridación de estos campos, la focalización en aspectos más funcionales de la ciencia y la tecnología, el cambio de los estudios basados en disciplinas simples a enfoques transdisciplinares, el incremento de investigaciones en equipos de diferentes disciplinas, y el cambio de la investigación en ciencia y tecnología de la universidad a la industria. En este contexto, ¿qué formación debería poseer un ciudadano en ciencia y tecnología? En estas sociedades tan cambiantes, globalizadas y tan dependientes de la ciencia y la tecnología (Fensham, 2007), la educación tradicional no es válida (Carter, 2008). En la alfabetización científica deberían tenerse en cuenta los cambios mencionados para promover ciudadanos competentes y socialmente responsables (Hurd, 1998). En el caso concreto de los conocimientos, aún reconociendo su importancia para la ciudadanía,

sería necesario preguntarse: ¿a qué tipo o tipos de conocimientos científicos nos estamos refiriendo en el contexto de una sociedad que se caracteriza, precisamente, por ser la del conocimiento?

Una revisión de la literatura en torno a esta cuestión (Blanco-López, España-Ramos, González-García y Franco-Mariscal, 2015) muestra un buen número de estudios que, con propósitos y enfoques diferentes, han intentado caracterizar la educación científica deseable para el ciudadano (Tabla 1).

Proyectos impulsados por asociaciones e instituciones	Guías de asociaciones e informes	Artículos de investigadores en enseñanza de las ciencias	Comprensión pública de la ciencia	Compromiso público	Enfoques de competencias
AAAS (1989)	NCSS (1990)	Hurd (1998)	Comisión Europea (2010)	Wooden (2006)	OCDE (2002)
NGSS Lead States (2013)	COSCE (2011)	Gil & Vilches (2005)	BBVA Fundación (2012a,b)	Feinstein (2011)	OCDE (2013a,b)
	Millar & Osborne (1998)	Post, Rannikmäe & Holbrook (2011)		Stilgoe, Lock & Wilsdon (2014)	
	Harlen (2010)			Baram-Tsabari & Segev (2011)	

Tabla 1. Estudios que han intentado caracterizar la educación científica deseable para el ciudadano divididos por categorías

En los estudios analizados aparecen muchos puntos en común sobre aquellos aspectos que deberían formar parte de la formación científica deseable para los ciudadanos. Así, se considera que ésta debería incluir distintos tipos de conocimientos (científicos, sobre la naturaleza de la ciencia, de las relaciones CTS, etc.), diferentes habilidades y capacidades, determinadas actitudes vinculadas al quehacer científico, etc.

Para responder a la notable influencia que la sociedad del conocimiento está ejerciendo en las diferentes facetas de la vida de los ciudadanos ha surgido un nuevo marco conceptual centrado en las competencias clave que podría implicar un replanteamiento de la formación científica deseable para los ciudadanos, tal y como se ha caracterizado hasta ahora. En un trabajo anterior, realizado con la metodología Delphi (Blanco-López, España-Ramos, González-García y Franco-Mariscal, 2015), se ha pretendido responder a dicha cuestión, buscando un posible consenso entre expertos sobre los aspectos importantes de la competencia científica deseable para los ciudadanos.

A partir de los resultados obtenidos en el citado estudio Delphi, en este trabajo se plantea un primer análisis del papel que los expertos otorgaron a los conocimientos como parte de la competencia científica. Para ello, en primer lugar se hace una breve descripción de dicho estudio y de los conocimientos científicos que los expertos aportaron en la fase 1 del mismo. Posteriormente se lleva a cabo un análisis de dichos conocimientos desde cuatro vertientes diferentes. Finalmente, se establecen algunas conclusiones sobre los resultados obtenidos.

CONTEXTO Y METODOLOGÍA

El estudio Delphi (Blanco-López, España-Ramos, González-García y Franco-Mariscal, 2015), del que parten los datos que aquí se analizan, se desarrolló en tres fases durante 2010. El objetivo de la fase 1 era recabar las respuestas espontáneas de expertos, mientras que la fase 2 trató de valorar mediante una escala Likert los aspectos identificados en la fase 1. Finalmente, la fase 3 consistió en valorar nuevamente los diferentes aspectos teniendo en cuenta los resultados de la fase 2. La tarea que se presentó a los expertos en la fase 1 fue la siguiente:

1. ¿Qué aspectos (conocimientos, habilidades, actitudes o valores) del ámbito científico-tecnológico deberían formar parte del bagaje de cualquier ciudadano/a para que pueda desenvolverse de forma adecuada en los diferentes contextos en los que se desarrolla su vida? Indique solamente los tres que considere más importantes.
2. Justifique usted por qué considera importante cada uno de los aspectos que ha indicado.
3. Escriba, para cada uno de los aspectos mencionados, un ejemplo concreto en el cual se ponga de manifiesto la importancia que le ha otorgado.

Del análisis de las respuestas emergieron 40 aspectos y de cada uno de ellos se realizó un resumen estructurado en cuatro apartados (denominación, descripción, algunas justificaciones empleadas y ejemplos de contexto) que reflejaban, en la medida de lo posible, la esencia de las respuestas incluidas en él. Estos aspectos se clasificaron en seis dimensiones: (A) Conocimientos y comprensión de la naturaleza de la Ciencia y/o la Tecnología o de las relaciones CTS; (B) Conocimientos de aspectos generales y/o específicos relacionados con las distintas ciencias; (C) Conocimientos y habilidades de otras disciplinas; (D) Habilidades y capacidades generales; (E) Habilidades y capacidades relacionadas con el ámbito científico-tecnológico; y (F) Actitudes y/o valores. Con respecto a la dimensión B, en la Tabla 2, se muestran los aspectos en torno a los conocimientos científicos generales y/o específicos de las distintas ciencias aportados por los expertos.

Aspecto	Denominación
17	Conocimientos básicos sobre el cuerpo humano, la salud y el consumo
19	Conocimientos básicos de las disciplinas científicas
21	Conocimientos sobre el origen de la vida y la evolución
22	Conocimientos medioambientales
25	Conocimientos de las principales leyes y teorías de la Ciencia
31	Conocimientos de los principios fundamentales de la Física
37	Conocimientos elementales sobre escalas de tamaño y tiempo en el Universo
38	Conocimientos básicos de Genética
39	Conocimientos sobre energía y ondas
40	Conocimientos de Cosmología

Tabla 2. Aspectos emergidos en la fase 1 del estudio Delphi categorizados en la dimensión B en torno a los conocimientos de aspectos generales y/o específicos relacionados con las distintas ciencias

Estos conocimientos (Tabla 2) se han analizado desde cuatro vertientes:

- a) Su procedencia, en términos del número de expertos que los propusieron en la fase 1 del estudio Delphi y los grupos a los que pertenecen.
- b) Tipos de conocimientos científicos.
- c) Papel que otorgan los expertos a dichos conocimientos.
- d) Evolución de las valoraciones hechas por los expertos en las fases 2 y 3 del estudio Delphi y grado de consenso sobre los mismos.

RESULTADOS

Se presenta a continuación un avance de los resultados obtenidos conforme a la metodología indicada. Un análisis más amplio de estos aspectos, incluyendo las diferencias entre los distintos grupos del panel de expertos, puede consultarse en España-Ramos, González-García, Blanco-López y Franco-Mariscal (en prensa).

A. Procedencia de los conocimientos científicos

Se apreció que los grupos de la muestra manifestaron un énfasis diferente con respecto a la propuesta de conocimientos científicos como aspecto clave de la competencia científica. La gran mayoría de los aspectos relativos a conocimientos científicos fueron propuestos por expertos de tres grupos: profesores de universidad de las ramas de ciencias e ingeniería (CI), filósofos de las ciencias (FC) y comunicadores de las ciencias (CC). Por su parte, científicos e ingenieros investigadores y/o profesionales de empresas (IP) y didactas de las ciencias (DC) solo propusieron tres y dos aspectos respectivamente.

B. Tipos de conocimientos científicos

Los conocimientos científicos fueron formulados con distintos niveles de generalidad. Así, frente a enunciados muy generales, como *Conocimientos básicos de las disciplinas científicas* (aspecto 19) o *Conocimientos de las principales leyes y teorías de la Ciencia* (25), aparecieron otros que incidían en aspectos más concretos como *Conocimientos elementales sobre escalas de tamaño y tiempo en el Universo* (37), o *Conocimientos sobre energía y ondas* (39). Los conocimientos enunciados de un modo muy general tienen poca presencia en los estudios consultados (Tabla 1). En la mitad de los estudios analizados se considera necesario seleccionar las ideas más importantes de la ciencia, lo cual estaría en consonancia con el aspecto 25 *Conocimientos de las principales leyes y teorías de la Ciencia*.

C. Papel que se les otorga a los conocimientos

Se encuentran importantes coincidencias cuando se comparan las justificaciones y observaciones de los expertos sobre los diez aspectos de conocimientos con los criterios de selección de conocimientos y el papel que se les otorga en los estudios revisados. Aunque algunos de los conocimientos se justifican, en parte, por su valor intrínseco, la mayoría se argumentan por su aplicabilidad y utilidad, y relación con la vida diaria.

D. Evolución de las valoraciones y de su consenso

Ninguno de los diez aspectos de conocimientos alcanzó los niveles de consenso y estabilidad establecidos en la investigación. De hecho, hubo muy poco consenso. Para la mitad de estos aspectos se observó un aumento del consenso entre las fases 2 y 3, para tres de ellos el consenso se mantuvo prácticamente igual y, finalmente, en dos aspectos se apreció una disminución.

Por otro lado, los aspectos *Conocimientos de los principios fundamentales de la Física* (31) y *Conocimientos de cosmología* (40), son los que aparecieron con mayor estabilidad

(superior al 75%). En este último aspecto coincidió un alto grado de estabilidad con la valoración más baja.

CONCLUSIONES

Los conocimientos científicos, tal y como se han formulado en este estudio, no han sido considerados por el panel de expertos como aspectos clave de la competencia científica de la ciudadanía, teniendo en cuenta el nivel de consenso y estabilidad alcanzados. Aunque no se haya logrado un consenso, hay que resaltar que inicialmente los expertos plantearon un gran número de conocimientos científicos (10) con diversos grados de generalidad y ámbitos de aplicación (disciplinares, transdisciplinares, etc.).

Los grupos de expertos consultados mostraron comportamientos diferentes durante el estudio en cuanto al grado de atención que concedieron inicialmente a los conocimientos científicos, y a la evolución de sus valoraciones y su consenso.

Ante el elevado número de conocimientos científicos y tecnológicos que actualmente existe, la tarea de seleccionarlos se hace cada vez más complicada. Parece existir una alta coincidencia entre los resultados de este estudio y de la literatura en torno a la necesidad de elegir un núcleo común y reducido de conocimientos, de gran valor intrínseco y educativo, relacionados con la vida de los estudiantes, que puedan aplicar y les sean útiles.

Los resultados obtenidos y las conclusiones planteadas corroboran la diversidad de puntos de vista sobre la importancia de los conocimientos científicos deseables para la ciudadanía y cómo las opiniones de grupos y sus valoraciones en una fase determinada influyen en los resultados de la fase posterior, lo que es una de las características de la metodología Delphi (Landeta, 2002). De todo ello, se deriva la necesidad de consultar a expertos que, por su dedicación profesional, pueden concebir la ciencia y su aportación a la ciudadanía desde ópticas muy diferentes, y de complementar estos estudios con otros que pregunten directamente a la ciudadanía (Wooden, 2006).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación de Excelencia “Desarrollo y evaluación de competencias científicas mediante enfoques de enseñanza en contexto y de modelización. Estudios de caso” (EDU2013-41952-P) financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

BIBLIOGRAFÍA

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1989). *Project 2061: Science for All Americans*. Washington, DC: AAAS. Último acceso el 12 de mayo de 2016, desde <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm>.

Baram-Tsabari, A., y Segev, E. (2011). Exploring new web-based tools to identify public interest in science. *Public Understanding of Science*, 20(1), 130–143.

BBVA Fundación. (2012a). BBVA Foundation international study on scientific culture: General attitudes to science. Último acceso el 12 de mayo de 2016, desde <http://www.fbbva.es/TLFU/dat/culturacientificanotadeprensalarga.EN.pdf>.

BBVA Fundación. (2012b). BBVA Foundation international study on scientific culture: Understanding of science. Último acceso el 12 de mayo de 2016, desde <http://www.fbbva.es/TLFU/dat/Understandingsciencenotalarga.pdf>.

- Blanco-López, A., España-Ramos, E., González-García, F. J., y Franco-Mariscal, A. J. (2015). Key aspects of scientific competence for citizenship: A Delphi study of the expert community in Spain. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(2), 164–198.
- Carter, L. (2008). Globalisation and science education: The implications of science in the new economy. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(5), 617–633.
- Comisión Europea. (2010). *Special Eurobarometer 340: Science and technology*. Último acceso el 12 de mayo de 2016, desde http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_340_en.pdf.
- COSCE (2011). *Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*. Madrid: COSCE.
- España-Ramos, E., González-García, F. J., Blanco-López, A. y Franco-Mariscal, A. J. (en prensa). Knowledge as an aspect of scientific competence for citizenship: Results of a Delphi study in Spain. *International Journal of Science Education. Part B*.
- Feinstein, N. (2011). Salvaging science literacy. *Science Education*, 95(1), 168-185.
- Fensham, P. (2007). Competences, from within and without: new challenges and possibilities for scientific literacy. In: C. Linder, L. Östman, & P. Wickman (eds.), *Promoting scientific literacy: Science education research in transaction* (pp. 113-119). Uppsala, Sweden: Proceedings of the Linnaeus Tercentenary Symposium held at Uppsala University.
- Gil, D., y Vilches, A. (2005). The contribution of science and technological education to citizens' culture. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 5(2), 85-96.
- Harlen, W. (ed.). (2010). *Principles and big ideas of science education*. Hatfield: Association for Science Education.
- Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, 82(3), 407-416.
- Landeta, J. (2002). *El método Delphi: una técnica de previsión del futuro*. Barcelona: Ariel.
- Millar, R., y Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College London.
- National Council for Social Studies (NCSS) (eds. Health, P. and others) (1990). Teaching about Science, Technology, and Society in Social Studies: Education for Citizenship in the 21st Century. *Social Education*, 54(4), 189–193.
- NGSS Lead States (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Achieve, Inc. on behalf of the twenty-six states and partners that collaborated on the NGSS. Último acceso el 20 de febrero de 2016, desde www.nextgenscience.org/
- OCDE (2002). Definition and Selection of Competences (DeSeCo): theoretical and conceptual foundations. Último acceso el 12 de mayo de 2016, desde <http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseco/en/index/02.html>.
- OCDE (2013a). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. Brussels: OECD Publishing. Último acceso el 12 de mayo de 2016, desde <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en>

OCDE (2013b). *PISA 2015 Draft Science Framework*. Último acceso el 12 de mayo de 2016, desde <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framwork%20.pdf>

Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., y Duschl, R. (2003). What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.

Post, A., Rannikmäe, M., y Holbrook, J. (2011). Stakeholder views on attributes of scientific literacy important for future citizens and employees—a Delphi study. *Science Education International*, 22(3), 202-217.

Stilgoe, J., Lock, S. J., y Wilsdon, J. (2014). Why should we promote public engagement with science. *Public Understanding of Science*, 23(1), 4–15.

Wooden, R. (2006). The principles of public engagement: at the nexus of science, public policy influence, and citizen education. *Social Research: An International Quarterly*, 73(3), 1057-1063.

Análisis de las emociones en estudiantes de secundaria frente al conocimiento de Biología

Fernández, E., Picón, F., Sánchez, M, Ruiz, J. I., Costillo, E., Cubero, J.

Área de Didáctica de al Ciencias Experimentales.

Universidad de Extremadura. Campus de Excelencia Hidranatura. Badajoz.

Email: jcubero@unex.es

RESUMEN

Este trabajo ofrece un estudio sobre las emociones que experimentan los alumnos de E.S.O. en el aprendizaje de Biología y Geología. Para ello analizamos la frecuencia de cada emoción experimentada y las posibles diferencias existentes en función del género. También presentamos la distribución de emociones positivas y negativas frente a los contenidos que muestran relación con la Biología que encontramos en el Currículo de E.S.O. para Extremadura en las asignaturas de “Biología y Geología” y “Ciencias de la Naturaleza”. El estudio se llevo a cabo mediante la utilización de cuestionario con una muestra de 106 alumnos de 4º de E.S.O. Las emociones experimentadas hacia el aprendizaje de Biología y Geología fueron mayoritariamente positivas mostrando diferencias significativas entre sexos tranquilidad, enfado y preocupación. Los contenidos que mostraron mayor frecuencia de emociones positivas y negativas fueron “Sexualidad y reproducción humana” y “El papel de la humanidad en la extinción de especies” respectivamente.

Palabras clave

Emociones, secundaria, biología, aprendizaje, ciencias de la naturaleza.

INTRODUCCIÓN

Desde el surgimiento del racionalismo de Descartes (1983) ha existido una clara separación entre los sentimientos y la razón, que ha dado superioridad a la razón (pienso luego existo) y ha tachado a las emociones de factores contaminantes de la razón y de las verdades objetivas. Sin embargo, la cartografía actual de las zonas del cerebro pone de manifiesto la continua y persistente interacción entre razón y emoción. (Vázquez y Manassero, 2007). Trabajos recientes reafirman la importancia de las emociones en los aspectos cognitivos de nuestra vida; “La emoción es fundamental para la toma de decisiones” (Damasio, 1996, p. 56), “No hay acción humana, sin una emoción que la fundamente y la haga posible.” (Otero, 2006, p. 29).

Dada la controversia y el desacuerdo entre los autores para aceptar una definición de emoción, en este trabajo asumimos la definición proporcionada por Bisquerra (2000), quién las describe como reacciones a la información recibida de nuestro entorno, cuya intensidad depende de las evaluaciones subjetivas que realizamos y donde tienen gran influencia los conocimientos previos y las creencias. Del mismo modo adoptamos la clasificación elaborada por Fernández-Abascal, Martín y Domínguez (2001), para quien las emociones positivas implican sentimientos agradables, de corta duración y movilizan escasos recursos para su afrontamiento, mientras que las negativas implican sentimientos desagradables y movilizan muchos recursos para su afrontamiento.

Durante muchos años el estudio de las emociones ha sido relegado al campo de la psicología, la literatura y el arte (Brígido, Bermejo, Conde, Caballero y Mellado, 2010), estando mucho menos presente en la investigación educativa y en la formación del profesorado (Manassero, 2013). Sin embargo, actualmente se considera la enseñanza como una práctica emocional en la que intervienen tanto procesos cognitivos como afectivos, sosteniendo además que las emociones tienen un papel vital en el desarrollo del aprendizaje (Borrachero, Brígido, Gómez, Bermejo y Mellado, 2011; Dávila, Borrachero, Martínez y Sánchez, 2015), lo cual se muestra en consonancia con Goleman (1996) cuando señala que las emociones son imprescindibles para el ejercicio de la razón.

Dentro de la didáctica de las ciencias experimentales, encontramos que se ha incidido sobre todo en los aspectos cognitivos de la enseñanza-aprendizaje de las distintas materias de ciencias, descuidando el dominio afectivo y emocional (Mellado et al., 2014) y la situación actual revela un incremento en el desinterés y actitudes negativas de los alumnos hacia las ciencias según aumenta su grado escolar (Vázquez y Manassero, 2008), llegando a secundaria con una visión muy negativa sobre estas (Solbes, 2011). Esta depresión actitudinal y emocional se atribuye a que la ciencia escolar en la mente de los estudiantes resulta aburrida, difícil e irrelevante para la vida diaria (Vázquez y Manassero, 2008). Por otra parte, hoy sabemos que los estados emocionales positivos favorecen el aprendizaje de las ciencias, mientras que los negativos limitan la capacidad de aprender (Vázquez y Manassero, 2007). Dicho esto, cabe citar Damasio (2010) cuando señala que lo que acarrea emociones negativas solo puede ser contrarrestado generando emociones positivas aún más fuertes.

Si nos centramos en el aprendizaje de contenidos de Biología y Geología, trabajos previos nos indican que tanto los futuros maestros como los futuros profesores de Educación Secundaria, en general, recuerdan emociones positivas de su aprendizaje de contenidos relacionados con la Ciencias Naturales cuando eran alumnos de Primaria y Biología y Geología cuando lo eran de Secundaria (Brígido et al., 2010; Borrachero et al., 2011; Costillo, Borrachero, Brígido y Mellado, 2013).

Por todo ello y en base a lo descrito, el objetivo de nuestra investigación fue el análisis transversal y descriptivo de las emociones en estudiantes de secundaria frente a contenidos de Biología.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La muestra seleccionada por conveniencia ha sido de 106 estudiantes, que provenían de distintos centros localizados a lo largo de la provincia de Badajoz y que cursaban de 4º de la ESO. Sus edades estuvieron comprendidas entre los 15 y 18 años.

El análisis de las emociones fue transversal y descriptivo. Para ello los participantes cumplieron un cuestionario anónimo sobre sus emociones. Dicho cuestionario constaba de preguntas cerradas y fue elaborado a partir de otros ya desarrollados para fines similares y para el trabajo con alumnos de estas edades (Dávila, 2015).

Una vez recogidos los datos, se sometieron a los procesos necesarios de depuración, codificación y análisis, para lo que se utilizaron el paquete ofimático Microsoft Office 2013 y el paquete estadístico SPSS 21.

RESULTADOS

Emociones en el aprendizaje de Biología y Geología en alumnos de secundaria

El análisis de la emociones experimentadas por los alumnos de 4º de E.S.O. en el aprendizaje de Biología y Geología muestra que éstas son predominantemente positivas. La intensidad de la emociones se recogió mediante una escala Likert con puntuaciones de 0 a 5. La frecuencia media de las emociones positivas es de 2,75 y la frecuencia media de las emociones negativas es de 1,90. Como podemos apreciar en la Figura 1, las emociones positivas con mayor puntuación fueron Confianza y Admiración (2,83) mientras que las que menor puntuación obtuvieron fueron Diversión y Felicidad (2,60 y 2,6 respectivamente). En relación a las emociones negativas las puntuaciones más altas corresponden a Preocupación y Nerviosismo (2,86 y 2,57) y las más bajas a Vergüenza y Asco (1,30 y 1,35 respectivamente). También se puede apreciar una homogeneidad en las puntuaciones de las emociones positivas frente a una mayor variación entre diferentes emociones cuando estas tienen carácter negativo.

Para analizar las posibles diferencias entre género se utilizó de prueba U de Mann-Whitney para dos muestras independientes: el género y las emociones experimentadas por los alumnos. Este análisis reveló la existencia de diferencias significativas entre alumnos y alumnas en una emoción positiva (Tranquilidad, U: 990 y sig.: 0,025) y en dos negativas (Preocupación, U: 949 y sig.: 0,008; Enfado, U: 1021,5 y sig.: 0,043).

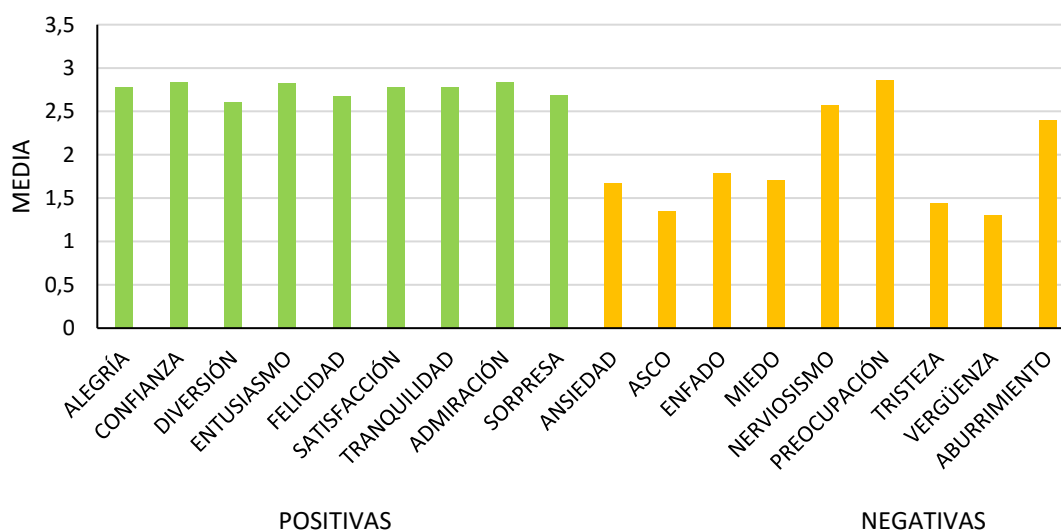


Figura 1. Frecuencia media de las emociones experimentadas por los alumnos de secundaria

Reparto de emociones positivas y negativas en los diferentes contenidos de Biología

En relación a los contenidos de las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza y Biología y Geología que se encuentran recogidos en el cuestionario, los contenidos con una mayor relación con la Biología se encuentran recogidos principalmente en los Bloques 2 y 4, los cuales han sido sujetos de este estudio. Como podemos apreciar en la tabla 1 existe un amplio predominio de las emociones positivas en la casi totalidad de los contenidos analizados en esta investigación previa, para los *Bloque 2: La Célula. Teoría Celular* y *Bloque 3: La Organización del cuerpo. La Salud y la Enfermedad*. Destacar que los dos contenidos vinculados a un papel negativo de la actividad humana (“Impacto en los

ecosistemas” y “Relación con la extinción de especies”) han sido los únicos en los cuales hubo predominio de emociones negativas. Por otro lado es reseñable que la temática favorita de los alumnos es la “Sexualidad y reproducción humana , seguida de cerca por el “Origen de los seres vivos”, la “Evolución humana” y la “Alimentación y nutrición humana”.

CONTENIDO	+ (%)	- (%)
(Bloque 2) La célula. Teoría celular.	72,57	27,43
(B. 2) Reproducción celular: mitosis y meiosis.	60,53	39,47
(B. 2) El ADN, los cromosomas y la herencia genética.	72,57	27,43
(B. 2) Las leyes de Mendel. Resolución de problemas sencillos.	60,53	39,47
(B. 2) Ingeniería genética. Alimentos transgénicos. Clonación.	66,38	33,62
(B. 2) Origen de los seres vivos.	79,82	20,18
(B. 2) Teorías de la evolución: Fijistas y Evolucionistas.	59,65	40,35
(B. 2) Evolución humana.	79,46	20,54
(B. 2) Los seres vivos y su diversidad. Clasificación en los cinco reinos.	63,16	36,84
(B. 2) Nutrición autótrofa y heterótrofa. La fotosíntesis y la respiración.	50,00	50,00
(B. 2) Relación de los seres vivos con el entorno.	66,07	33,93
(B. 2) Reproducción sexual y asexual. Ciclos vitales en animales y plantas.	75,47	24,53
(Bloque 4) Organización del cuerpo humano. La salud y la enfermedad.	71,17	28,83
(B. 4) Alimentación y nutrición humana.	67,83	32,17
(B. 4) Función de relación. Los sentidos, sistema nervioso y endocrino.	68,14	31,86
(B. 4) Sexualidad y reproducción humana.	82,14	17,86
(B. 4) Impacto de la actividad humana en los ecosistemas.	41,44	58,56
(B. 4) El papel de la humanidad en la extinción de especies.	36,61	63,39

Tabla 1. Porcentaje de emociones positivas y negativas frente a contenidos vinculados a la Biología del currículo de secundaria

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación previa en relación a las emociones en el aprendizaje de Biología concuerdan con obtenidos por Costillo et al. (2013) respecto al recuerdo de las emociones sentidas, en el aprendizaje de Biología cuando eran alumnos de secundaria, en futuros profesores de secundaria (especialmente con los alumnos de la

especialidad de Biología y Geología), donde las emociones positivas predominan claramente sobre las negativas. Esta tendencia se muestra nuevamente cuando se recurre al recuerdo de los futuros profesores de primaria en su paso por secundaria, las emociones que recuerdan como alumnos en relación con los contenidos de Ciencias Naturales son fundamentalmente positivas (Brígido et al., 2010).

La comparativa con trabajos previos realizados en alumnos de secundaria muestra la existencia de diferencias en la emociones experimentadas por los alumnos según el aprendizaje sea de Biología y Geología o de Física y Química. Existe una clara superioridad en la frecuencia de las emociones positivas respectivamente en el aprendizaje de Biología, aunque esta diferencia no se muestra tan clara en la frecuencia de las emociones negativas cuando comparamos con los resultados de Dávila (2015) en alumnos del mismo curso. También cabe mencionar que la Preocupación se muestra como una de las emociones negativas con una puntuación más alta en ambos casos.

En relación al género, nuestros resultados se muestran acordes a estudios previos donde se manifiesta que la emociones hacia las ciencias suelen ser más negativas en el género femenino y más positivas en el masculino (Vázquez y Manassero, 2007; Vázquez y Manassero, 2008). Las diferencias significativas que encontramos muestran puntuaciones mayores para emociones negativas en mujeres (preocupación y enfado) y puntuaciones mayores para emociones positivas en varones (tranquilidad).

Por ello tras los resultados obtenidos en esta investigación centrada a la enseñanza de los contenidos de la Biología y el análisis emocional en estudiante de secundaria, podemos revelar que su conocimiento científico genera de forma significativa emociones positivas.

BIBLIOGRAFÍA

- Bisquerra, R. (Ed.). (2000). *Educación emocional y bienestar*. Barcelona: Praxis.
- Borrachero, A. B., Brígido, M., Gómez, R., Bermejo, M. L. y Mellado, V. (2011). Las emociones de los futuros profesores de secundaria sobre el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. INFAD Revista de Psicología*, 2(1), 521-530.
- Brígido, M., Bermejo, L., Conde, C., Caballero, A. y Mellado, V. (2010). Estudio longitudinal de las emociones en ciencias de estudiantes de maestros. *Revista Galego-portuguesa de psicoloxía e educación*, 18(2), 161-179.
- Costillo, E., Borrachero, A.B., Brígido, M. y Mellado, V. (2013). Las emociones sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las matemáticas de futuros profesores de Secundaria. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (nº extra), 514-532.
- Damasio, A. (Ed.). (1996). *El error de Descartes*. Barcelona: Crítica.
- Damasio, A. (Ed.). (2010). *Y el cerebro creó al hombre*. Barcelona: Destino.
- Dávila, M. A. (2015). Las emociones y sus causas en el aprendizaje de Física y Química, en el alumnado de Educación Secundaria, UEx.
- Dávila, M., Borrachero, A. B., Martínez, G., y Sánchez, J. (2015). Evolución de las emociones que experimentan los estudiantes del grado de maestro en educación primaria, en didáctica de la materia y la energía. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12 (3), 550-564.

- Descartes, R. (Ed.). (1983). *Discurso del método – Reglas para la dirección de la mente*. Barcelona: Orbis.
- Fernández-Abascal, E., Martín, M. y Domínguez, J. (Ed.). (2001). *Procesos psicológicos*. Madrid: Pirámide.
- Goleman, D. (Ed.). (1996). *Inteligencia emocional*. Barcelona: Kairós.
- Manassero, M.A. (2013). Emociones: del olvido a la centralidad en la explicación del comportamiento. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J. Cárdenas (Eds.). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas* (Vol. I) (pp. 3-18). Badajoz: DEPROFE.
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garriz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (3), 11-36.
- Otero, M.R. (2006). Emociones, Sentimientos y Razonamientos en Didáctica de las Ciencias. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 1(1), 24-53.
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de Ciencias? *Alambique*, 17(67), 53-61.
- Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): evidencias y argumentos generales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 247-271.
- Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2008). El declive de las actitudes hacia las ciencias de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 5(3), 274-292.

La piedra angular de la EDS: La interdisciplinariedad. Propuesta teórica en Educación Secundaria

García, I., Tomé, E.

Departamento de Didácticas Específicas. Universidad Autónoma de Madrid

Gcia.Isabel@gmail.com

RESUMEN

La Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) requiere un enfoque holístico, que relacione diferentes disciplinas para configurar un cambio actitudinal, particularmente en el alumnado de Educación Secundaria. Con el objetivo de integrar la EDS en el currículum se propone la realización de un trabajo transversal y un análisis de las implicaciones de la industria textil a escala local y global. La propuesta didáctica presentada relaciona contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de diferentes asignaturas del currículum de 4ºESO con la realidad de la industria textil, a través de actividades y un proyecto de “empresa distribuidora de productos textiles” creada por el estudiantado. Nuestra propuesta interrelaciona los componentes curriculares en una tabla, en la que también se refleja la documentación para su aplicación en el aula, para facilitar al profesorado la introducción del enfoque EDS en su práctica docente, cumpliendo con el currículum.

SUMMARY

Education for Sustainable Development (ESD) needs a holistic approach, what relates different subjects in order to lead an attitudinal change within the secondary school students. Our proposal is based on the integration of ESD in the secondary school curricula through a transversal local and global analysis of the textile industry. The students must run a “textile product distribution company” using the knowledge and tools that teachers provide during the academic year. Thus, we present interconnected contents and standards of the curricula subjects, so teachers can introduce ESD, following the said curricula.

Palabras clave

EDS; interdisciplinariedad; transversalidad; participación activa; juegos de rol.

Keywords

ESD; interdisciplinary; transversality; active participation; role play.

INTRODUCCIÓN

En general es complicado abordar toda la amplitud de contenidos del currículum de Educación Secundaria por asignatura para cada curso académico, y por tanto, aún más difícil integrar conceptos relacionados con la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS en adelante) en su práctica docente (Madsen, 2013).

La UNESCO señala que la EDS exige métodos participativos de aprendizaje y enseñanza que motiven y doten de autonomía al alumnado, a fin de cambiar su conducta y facilitarle

la adopción de medidas individuales y colectivas en pro del Desarrollo Sostenible. Por ello se requiere de un tipo de Educación que permita abordar a la vez diferentes problemáticas, como el cambio climático o la desigualdad económica, desde distintas disciplinas.

INTERDISCIPLINARIDAD, TRANSVERSALIDAD Y EDS

Entendemos como Educación para el Desarrollo Sostenible la definición propuesta por UNESCO en el año 2016: incorporación de los principios fundamentales de esta ciencia en el proceso de aprendizaje-enseñanza, por ejemplo, el cambio climático, la reducción de la biodiversidad, de la pobreza y el consumo sostenible entre otros. Con el fin de transmitir una perspectiva que permita al alumnado analizar de manera crítica la realidad con una visión holística e integradora, es indispensable que las estrategias pedagógicas de enfoque de EDS sean de carácter interdisciplinar (Pauw *et al*, 2015).

Abordar la interdisciplinaridad en el aula, involucrando las diferentes asignaturas y áreas curriculares, sigue siendo un importante desafío al que se debe enfrentar el cuerpo docente en general y el profesorado de secundaria en particular, quien debe de estar bien preparado para identificar o implementar estas habilidades (Prieto y España, 2010; Cano, 2012).

El proceso de aprendizaje-enseñanza de la EDS debe ocuparse de la comprensión individual y colectiva de las interacciones cotidianas entre los grupos humanos y su medio social, cultural y material, teniendo presente la perspectiva local y global, construyendo una nueva ética para la sostenibilidad ambiental (Vilches, Macías, & Gil-Pérez, 2014).

En Educación Secundaria, se han llevado a cabo numerosas experiencias de diversa índole, cuyo objetivo último era la transmisión de la esencia del Desarrollo Sostenible, como por ejemplo las experiencias en diferentes países recopiladas en *Engaging Youth in Sustainable Development* (2008); el módulo didáctico “Reflexionemos sobre los Problemas Ambientales del Municipio de Tunja” (Becerra-Barón & Torres-Merchán, 2014); construcción en el aula de un calentador de agua solar para trabajar la sostenibilidad en la asignatura de Ciencias Naturales de 3ºESO (Gómez, 2012).

PROPUESTA DIDÁCTICA: “PROYECTO TAILOR”

Nuestra propuesta didáctica, denominada “*Proyecto Tailor*” (sastre en inglés), se basa en el estudio de las implicaciones medio ambientales, sociales, políticas y económicas de la producción, consumo y desecho de ropa, desde las diferentes asignaturas de 4º ESO, a través de la realización de experiencias en el aula de interacción directa con aspectos concretos de su propia realidad, relacionados con la industria textil.

Se enmarca en este curso académico debido a que la naturaleza de los contenidos de sus asignaturas curriculares permite relacionarlos más fácilmente bajo un enfoque EDS integrador. Además, la etapa de desarrollo cognitivo del alumnado le permite reflexionar críticamente y querer implicarse en la resolución de forma activa de problemáticas de carácter político, social y económico.

El “*Proyecto Tailor*” pretende abarcar una perspectiva amplia espacial, local y global, así como temporal, del corto al largo plazo. Busca dar la oportunidad a nuestros estudiantes de implicarse y formar parte de un proyecto con enfoque EDS, evitando el sentimiento de incapacidad y limitación que genera presentar un problema colectivo, sin reflexionar sobre los posibles aportes personales a sus posibles soluciones. Asimismo, el carácter interdisciplinar de la propuesta permite a los estudiantes conectar conceptos de

asignaturas distintas (interdisciplinaridad) y reflexionar sobre un mismo tema desde diferentes perspectivas (transversalidad).

Perseguimos con nuestra propuesta mostrar al profesorado de Educación Secundaria el potencial didáctico de enfoque EDS “oculto” en la mayoría de las asignaturas de 4ºESO del currículo. Para ello hemos elaborado un particular estudio con objetivos concretos:

OBJETIVOS

General:

- Fomentar la EDS a través de la interdisciplinaridad y transversalidad de las asignaturas curriculares de 4ºESO, mediante el desarrollo de la propuesta.

Específicos:

- Presentar una propuesta didáctica de enfoque EDS, fundamentada en la mayoría de asignaturas del currículo académico del curso 4º ESO LOMCE de la Comunidad de Madrid, que facilite al profesorado su práctica docente bajo este enfoque, mediante la integración de los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de las mismas.
- Fomentar la asimilación por el alumnado de los valores EDS, a través de su implicación y participación activa en el desarrollo de la propuesta presentada.

Pretendemos que la práctica de la propuesta educativa en el aula pueda aplicarse por el profesorado, tanto de manera aislada en cada asignatura, como proyecto interdepartamental de centro, lo que amplía su potencial interdisciplinar.

Nuestra propuesta didáctica se ha elaborado a partir de la combinación de los modelos curriculares “reyezuelo” e “infusión”, planteados por Pujol en 2003. La primera aboga por la integración de la EDS en las áreas curriculares, a partir del análisis de ideas, sentimientos y acciones del alumnado, de una temática real. La segunda plantea la integración de temas transversales en las áreas de conocimiento y vida del centro, con sus consiguientes criterios de organización y adecuación escolar.

Su realización se proyecta a lo largo de un curso académico en varias fases:

Fase 1. Introducción y motivación al “Proyecto Tailor”

Partiremos de la presentación de una serie de personajes cuyas experiencias de vida se encuentran atravesadas por el “mundo de la moda” (Tabla 1), con el objetivo de que el alumnado empatice al personalizar y por tanto le permita identificarse e implicarse con las situaciones planteadas. Así mismo, a través de las historias de estos personajes se pueden realizar dinámicas de juego de rol, que motivan mucho al alumnado y ayudan a comprender realidades alejadas de su cotidianidad.

Fase 2. Desarrollo de la propuesta: Reflexión crítica

A lo largo del desarrollo del curso académico, en cada asignatura, se irán asociando las experiencias de vida de los personajes con la realidad de la industria textil y con las enseñanzas mínimas del currículo. Se han seleccionado aquellos contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables de las diferentes asignaturas de 4ºESO del currículo de LOMCE para la Comunidad de Madrid, que a nuestro parecer permiten el adecuado desarrollo del proyecto (Tabla 2).

Se conectarán los contenidos con las historias de vida de nuestros personajes a través de actividades fundamentadas en noticias, campañas, informes, documentales, blogs, películas, etc. El trabajo con los personajes se puede enfocar a través de juegos de rol, propuesta pedagógica ya utilizada en el enfoque EDS (España *et al.*, 2013). Desde esta perspectiva, es recomendable revisar las fichas didácticas elaboradas por Campaña Ropa Limpia de SETEM, de sensibilización al público joven sobre las consecuencias indirectas de la compra de ropa de países con condiciones laborales de semi-esclavitud.

PERSONAJE	CONTEXTUALIZACIÓN	ACTIVIDADES DIDÁCTICAS PROPUESTAS
LATIKA	Joven india de 15 años. Trabaja en una fábrica que produce zapatillas de deporte para una conocida marca internacional. Su horario es de 12 horas, por un salario de 5€ diarios.	Reflexionar sobre las consecuencias medioambientales y condiciones laborales de la confección de zapatillas, tras ver el video: “¿Sabes cómo se hacen los zapatos que llevas?”: https://www.youtube.com/watch?v=01_k3vj4pLky analizar los datos del Informe de la campaña “Ropa Limpia” SETEM (2014).
ABDUL	Joven de Bangladesh de 23 años. Lleva cinco años trabajando en una fábrica de pantalones vaqueros desgastados para una conocida marca internacional de ropa. Hace unos meses, él y otros compañeros de trabajo presentan problemas respiratorios graves.	Reflexionar las consecuencias sobre la salud de trabajadores de las condiciones laborales precarias, como la silicosis por el “sandblasting”, a través de lecturas adaptadas del informe: https://www.cleanclothes.org/resources/national-cccs/fashion-victims-a-report-on-sandblasted-denim .
PEDRO	Joven madrileño de 16 años. Como cualquier adolescente, asiste al instituto, le gustan los deportes, tocar la guitarra y salir con sus amigos/as. Con frecuencia va al centro comercial a comprar ropa, para ir a la moda, como el resto de sus amistades”.	Repensar su propia escala de valores, analizando datos estadísticos sobre los hábitos de consumo de los adolescentes y reflexionar sobre las consecuencias medioambientales de la gran cantidad de residuos del elevado consumo textil: http://www.injuve.es/sites/default/files/2016/07/publicaciones/Tablas%20Sondeo%202014-3.pdf .
NELSON	Joven colombiano de 15 años. Su familia está pasando problemas económicos, debido a que las leyes de patente les prohíben la venta de los bolsos artesanales de su comunidad, que representan su único ingreso.	Conocer y reflexionar sobre las consecuencias de la apropiación del acervo cultural indígena por la industria de la moda. Proponemos la lectura de: http://www.vogue.es/moda/news/articulos/caso-de-plagio-isabel-marant-blusa-de-tribu-indigena/24117
MARÍA	Joven madrileña de 18 años. Compagina a duras penas su trabajo a jornada completa como dependienta de tienda de ropa de una empresa multinacional, con su primer año de Grado en Biología. Con un sueldo a jornada parcial no podría costearse sus estudios universitarios.	Reflexionar sobre las consecuencias en la sociedad de las condiciones laborales de la industria textil en los países occidentales, a partir de una realidad cercana al alumnado. Recomendamos la lectura de: http://www.elconfidencial.com/consumo/2015-11-30/no-es-solo-primark-asi-tratan-a-sus-dependientes-en-h-m-inditex-y-mango_1091533/

Tabla 1. Personajes del “Proyecto Tailor”

ASIGNATURA	BLOQUE DE CONTENIDOS	CRITERIO DE EVALUACIÓN	ESTÁNDAR DE APRENDIZAJE	ACTIVIDADES PROPUESTAS
Geografía e historia	3	2	TODOS	Reflexión y análisis comparativo de la evolución histórica de las condiciones laborales de los inicios de la revolución industrial (siglo XIX) reflejadas en la película “Sufragistas” (2015) y las actuales en diferentes países, en concreto con el derrumbe del “Plaza Rana” en Bangladesh (2013).
	5	1	1.3	
	7	1	1.3	
	8	1	1.2	
	9	TODOS	TODOS	
	10	1	TODOS	
Lengua castellana y literatura	1, 2 y 3	TODOS	TODOS	Lectura de noticias o novelas vinculadas con las problemáticas tratadas, como “Oliver Twist” en relación con la historia de Robert Blincoe.
Matemáticas orientadas a las enseñanzas aplicadas	1	2	2.3	Realización de ejercicios que traten las problemáticas de la industria textil, relacionando producción, costes económicos y medioambientales, salarios y horarios laborales. Análisis y elaboración de gráficas que recojan datos de estos ejercicios, conectando la magnitud estas problemáticas con la industria textil.
		8	TODOS	
		10	10.1	
		11	TODOS	
		12	TODOS	
Biología y geología	3	8	TODOS	Conocer los efectos de los residuos de fábricas textiles sobre el medio ambiente, a través del análisis de noticias de prensa como la del siguiente enlace: http://elpais.com/elpais/2015/12/30/ciencia/1451472277_280896.html
		9	9.1	
		10	10.1	
Física y química	3	8	TODOS	Proponer el visionado del documental “100% made of trash”, para conocer la toxicidad de los tintes industria textil y sugerir acciones que minimicen el impacto negativo en el medio ambiente.
Cultura científica	3	1	TODOS	Proponer el visionado del documental “100% made of trash”, para conocer la toxicidad de los tintes industria textil y sugerir acciones que minimicen el impacto negativo en el medio ambiente.
		2	TODOS	
Economía	2	TODOS	TODOS	Desarrollar una cooperativa de ropa de segunda mano, basada en valores éticos medio ambientales y de comercio justo, que interaccione con la comunidad del barrio a través de eventos como una “tienda efímera”.
Iniciación a actividad emprendedora y empresarial	2	TODOS	TODOS	Desarrollar una cooperativa de ropa de segunda mano, basada en valores éticos medio ambientales y de comercio justo, que interaccione con la comunidad del barrio a través de eventos como una “tienda efímera”.
Filosofía	2	12	12.1	Reflexionar sobre la manipulación de la publicidad a través de la emoción y la identidad. Proponemos la lectura de fragmentos de la novela “No logo”.
Educación plástica, visual y audiovisual	4	TODOS	TODOS	Creación de un logo, eslogan y/o anuncio para difundir su cooperativa. Rodaje de un documental de la experiencia completa del proyecto.

Tabla 2. Integración de componentes curriculares con propuesta didáctica de enfoque EDS

Fase 3. Consolidación: Elaboración de soluciones particulares y colectivas. Aprendizaje-Servicio

Se perseguirá potenciar el aprendizaje activo del alumnado, construyendo y regulando la reflexión crítica sobre las necesidades y expectativas de vida al ponerse en la piel de los protagonistas (Rodríguez, 2016), acerca de lo justas e injustas que considere las consecuencias de la industria textil para la economía, la política, la sociedad y el medio ambiente, aportando posibles soluciones desde lo personal, colectivo, local y global.

Se propone la elaboración por alumnado de un informe comparativo del impacto económico, social y medioambiental de las actividades de la industria textil y de su cooperativa de ropa de segunda mano, teniendo en cuenta la satisfacción de las necesidades de su entorno. Por último proponemos introducir en el “*Proyecto Tailor*” la creación de una “empresa de ropa” de segunda mano, organizado por el alumnado.

Con esta experiencia se pretende que el alumnado pueda evaluar de manera directa e indirecta su propia contribución al mantenimiento de la industria textil, y como puede contribuir con su propia acción al cambio de la misma.

CONCLUSIÓN

El potencial educativo, en relación con la EDS, de nuestra propuesta puede ser muy elevado debido a su carácter interdisciplinar y transversal. La integración de multitud de temas, aparentemente inconexos *a priori*, puede ser beneficiosa para generar un cambio de actitud en el estudiantado, tanto en consumo como en comportamiento ambiental. Bien es cierto que en el contexto actual un enfoque EDS requiere de la formación del profesorado de diferentes niveles, para que mediante su inmersión en la cultura de la sostenibilidad puedan contribuir a la educación de una ciudadanía responsable y preparada para participar en la toma de decisiones y hacer frente a los graves problemas socio-ambientales a los que se enfrenta la humanidad. Por ello se requiere una formación específica a los docentes de todas las asignaturas. De este modo se puede dotar al alumnado de autonomía e iniciativa, para que puedan actuar con la adopción de medidas fundamentadas.

Perspectivas futuras

El desarrollo del tipo de experiencias como la presente propuesta, con mayor implicación de sus agentes activos, que además de “ambientalizar” el currículum y aportar beneficios didácticos, se encuadre como un proyecto de Aprendizaje-Servicio puede permitir al alumnado vivir una experiencia de participación democrática y de autogestión ciudadana, que repercuta en la mejora ambiental, urbanística y social de la comunidad a la que pertenece el centro educativo. La fuerte vinculación del enfoque EDS y la metodología del Aprendizaje-servicio ya ha sido indicada por varios autores (Aramburuzabala, Cerrillo & Tello, 2015).

Teniendo en cuenta el contexto cultural de gran diversidad que encontramos hoy en día en los institutos de Educación Secundaria de nuestro país, así como en otros muchos países de nuestro entorno cercano, las potencialidades didácticas y de convivencia de un enfoque local y global es de gran valor.

En el futuro esperamos tener la oportunidad de llevar a la práctica en el aula nuestra propuesta para evaluar sus resultados y efectividad. Para ello, pretendemos continuar trabajando para desarrollarla más detallada y profundamente, además de otras propuestas similares de enfoque EDS interdisciplinar.

BIBLIOGRAFÍA

- Aramburuzabala, P., Cerrillo, R., & Tello, I. (2015). Aprendizaje-Servicio: Una propuesta metodológica para la introducción de la sostenibilidad curricular en la Universidad. *Profesorado*, 19(1), 78-95. [<http://hdl.handle.net/10481/36101>]
- Becerra-Barón, J. D., & Torres-Merchán, N. Y. (2014). El diseño de material didáctico como aporte al abordaje de los problemas ambientales en entornos educativos y comunitarios. *Revista Educación*, 38(2), 1-18.
- Cano, E. V. (2012). El tratamiento interdisciplinar de lo eco-sostenible en la enseñanza secundaria: un estudio de casos. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 16(2), 28.
- España Ramos, E., Rueda Serón, J. A., & Blanco López, Á. (2013). Juegos de rol sobre el calentamiento global. Actividades de enseñanza realizadas por estudiantes de ciencias del Máster en Profesorado de Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (núm. extraordinario), 763-779.
- Gómez, M. B. C. (2012). Construimos un calentador de agua solar para trabajar la sostenibilidad. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 9(1), 143-154.
- Ley orgánica para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) (Ley Orgánica 8/2013, 9 de diciembre). Boletín Oficial del Estado, nº 295, 2013, 10 diciembre.
- Madsen, K. (2013). Unfolding Education for Sustainable Development as Didactic Thinking and Practice. *Sustainability*, 5(9), 3771–3782. MDPI AG.
- Mayer, M., & Tschapka, J. (2008). *Engaging youth in sustainable development: learning and teaching sustainable development in lower secondary schools*. Council of Europe.
- Pauw, J. B. D., Gericke, N., Olsson, D., & Berglund, T. (2015). The Effectiveness of Education for Sustainable Development. *Sustainability*, 7(11), 15693-15717.
- Prieto, T., & España, E. (2010). Educar para la sostenibilidad. Un problema del que podemos hacernos cargo. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación De Las Ciencias*, 7, 216-229
- Pujol, R. M. (2003). Didáctica de las ciencias en la educación primaria, Madrid, *Editorial Síntesis*.
- Rodríguez Molina, Guillermo (2016). "Análisis teórico-reflexivo sobre los factores que intervienen en la calidad de los aprendizajes y práctica docente". *Gestión de la Educación* (2215-2288), 6 (1), 103.
- SETEM (2014). Estafadas: Los salarios de la pobreza de las trabajadoras del sector textil del Este de Europa y Turquía.
- UNESCO (2016). Educación para el Desarrollo Sostenible <http://www.unesco.org/new/es/education/themes/leading-the-international-agenda/education-for-sustainable-development/>
- Vilches, A., Macías, O., & Gil-Pérez, D. (2014). La transición a la sostenibilidad: un desafío urgente para la ciencia, la educación y la acción ciudadana temas clave de reflexión y acción. *Documentos de trabajo de Iberciencia*, (01). Organización de Estados Iberoamericanos.

Elaboración de un cuestionario para la evaluación de las competencias en salud del alumnado¹

Gavidia, V., Talavera, M., Sendra, C.

Dpto. Didáctica CC. Experimentales y Sociales. Universidad de Valencia

valentin.gavidia@uv.es

RESUMEN

El objetivo de este trabajo ha consistido en elaborar una herramienta en forma de cuestionario autoadministrado, con la que poder medir las competencias en Salud que posee el alumnado al finalizar su etapa de educación obligatoria. La importancia de este conocimiento radica en que servirá de pre-test y punto de referencia para las actuaciones educativas posteriores.

Para ello, se ha diseñado un cuestionario que trata 24 problemas significativos para la salud del alumnado, y ha sido sometido a juicio de expertos, prueba de legibilidad, entrevista y pilotaje con alumnado de 1º y 4º de la ESO.

Palabras clave

Educación para la Salud, Competencias en Salud, Cuestionarios.

INTRODUCCIÓN

Es frecuente encontrar el concepto de competencia en relación con otras significaciones como habilidad, destreza, capacidad, aptitud, etc., surgidos al amparo de la necesidad de evaluar rendimientos. No obstante, aunque las competencias han surgido en un contexto laboral, poco a poco han ganado terreno en el ámbito educativo con el propósito de superar la tradicional formación en conocimientos disciplinares para adentrarse en una formación donde se sepa qué hacer en contextos problemáticos diversos. La competencia convierte en real la capacidad de movilizar recursos para hacer frente a situaciones o problemas existentes y emergentes, y por lo tanto, impredecibles e indefinidos. La Unión Europea, en su programa de trabajo “Educación y Formación 2010”, señala que la educación y la formación bien planificadas pueden desarrollar capacidades creativas e innovadoras, que contribuirán al desarrollo económico y social sostenible en Europa (Consejo Unión Europea, 2004).

En este entorno, el enfoque por competencias en educación cobra sentido y surge como una solución óptima ante los desafíos que depara la sociedad que demanda “movilizar conocimientos para resolver problemas de forma autónoma, creativa y adaptada al contexto” (Manzanares, 2004).

Podemos decir, junto con Delors (1996), UNESCO (1999), OCDE-DeSeCo (2003), Hipkins (2006) y Pérez (2007) que los rasgos diferenciales de las competencias en el mundo educativo son: constituyen un saber hacer complejo y adaptativo para resolver los

¹¹ Nota: El presente trabajo forma parte del proyecto “Análisis, diseño y evaluación de recursos educativos para el desarrollo de competencias en salud” subvencionado por el Ministerio de Economía y Competitividad con el número de referencia EDU2013-46664-P.¹

problemas que se presentan, esto es, un saber que no se aplica de forma mecánica sino reflexiva, susceptible de adecuarse a una diversidad de contextos y tiene carácter integrador, abarcando conocimientos, habilidades, emociones, valores y actitudes. En definitiva, toda competencia incluye un “saber”, un “saber hacer” y un “querer hacer” en contextos y situaciones concretos en función de propósitos deseados.

Así, es factible hablar de competencia como un todo que significa “un conocimiento práctico, que implica conocimiento en la acción, conocimiento para la acción y conocimiento sobre la acción”, coincidiendo con el concepto característico de profesional reflexivo definido por Shön (1992), acerca del aprendizaje práctico, aspecto éste ligado al de competencias.

Nuestro concepto de competencia en Salud

Llegados a este punto, pensamos que la definición de competencias que a menudo se utiliza “capacidad para realizar de manera adecuada una tarea concreta” no discrimina entre capacidad y competencia, apareciendo ambos términos como sinónimos. Si tenemos en cuenta el aspecto actitudinal, el “querer hacer” hablaremos de competencia como la capacidad para realizar de manera adecuada una tarea concreta con la “predisposición” de hacerla.

Pero además, las competencias en salud presentan una especificidad que las diferencia dado que sus comportamientos guardan relación con estilos de vida y con la capacidad de responder adecuadamente a problemas o situaciones vitales desde una dimensión tanto personal como social. Por lo tanto, haremos énfasis en la idea de competencia no solo como la adquisición de capacidades o habilidades personales sino también como *desarrollo* de las mismas con una importante vertiente *social* ya que deben servir para hacer frente a los actuales desafíos o *problemas* de salud. El aspecto actitudinal o de “querer hacer” cobra una importancia especial cuando hablamos de competencias en salud.

Así, hablaremos de Competencia en Salud como “La capacidad y determinación de resolver los problemas relacionados con la salud personal y colectiva” o bien y de una manera algo más desarrollada como “La capacidad y el propósito de utilizar los recursos personales (habilidades, actitudes, conocimientos, experiencias, conductas, etc.) para resolver de forma adecuada un problema de salud individual o colectiva en un contexto definido y contribuir a crear un entorno en el que las opciones saludables sean más fáciles de tomar”.

Objetivos de la Investigación

Las Competencias Básicas del currículo escolar (LOE, 2006; LOMCE, 2015) permiten poner el acento en aquellos aprendizajes que se consideran imprescindibles, con un planteamiento integrador y orientado a la aplicación de los saberes adquiridos y que deben haberse desarrollado al finalizar la enseñanza obligatoria para poder lograr la realización personal, ejercer la ciudadanía activa, incorporarse a la vida adulta de manera satisfactoria y ser capaz de desarrollar un aprendizaje permanente a lo largo de la vida (López, 2006).

Entre estas competencias, la matemática y en ciencia y tecnología, considera de manera específica la salud, ya que “incorpora habilidades para desenvolverse adecuadamente, con autonomía e iniciativa personal en ámbitos de la vida y del conocimiento muy diversos (salud, actividad productiva, consumo, ciencia, procesos tecnológicos, etc.)” (Real Decreto 1631/2006 de 29 de diciembre).

En la explicación de esta competencia el Real Decreto indica: “partiendo del conocimiento del cuerpo humano, de la naturaleza y de la interacción de los hombres y mujeres con ella, permite argumentar racionalmente las consecuencias de unos u otros modos de vida, y adoptar una disposición a una vida física y mental saludable en un entorno natural y social también saludable. Asimismo, supone considerar la doble dimensión individual y colectiva de la salud, y mostrar actitudes de responsabilidad y respeto hacia los demás y hacia uno mismo”.

A partir de aquí, resulta necesario concretar, definir y enriquecer una concepción de competencia en salud, y tratar de conocer su grado de desarrollo en el alumnado después de su paso por la Educación Obligatoria.

Así el objetivo de este trabajo consiste en elaborar una herramienta, en forma de cuestionario autoadministrado, con la que poder medir las competencias en Salud que posee el alumnado al finalizar su etapa de educación obligatoria. La importancia de este conocimiento radica en que servirá de pre-test y punto de referencia para toda actuación educativa posterior.

METODOLOGÍA

Para la elaboración y puesta a punto de un cuestionario que sirva para evaluar las competencias en salud del alumnado se han seguido los pasos siguientes:

Tres miembros del equipo de investigación COMSAL elaboraron un primer cuestionario con 4 grandes apartados atendiendo a lo que se pretendía evaluar:

- a) Datos personales y demográficos (sexo, edad y centro de estudios)
- b) Concepto de salud.
- c) Identificación de problemas y situaciones relacionados con los ocho ámbitos de salud establecidos por el grupo de investigación en trabajos anteriores.
- d) Posibles actuaciones ante diferentes problemas de salud.

Se eligieron tres problemas de cada uno de los ocho ámbitos de salud, haciendo un total de 24 problemas. Cada problema estaba constituido por una serie de preguntas para obtener el grado de conocimiento, las habilidades adquiridas y las actitudes interiorizadas por el alumnado.

En la redacción de las preguntas se tuvieron en cuenta gran parte de las reglas “clásicas” propuestas en la bibliografía (Blanchet, 1998; Rojas, 1998; Martínez, 2003). Así, se procuró que las preguntas fueran:

- Sencillas y lo más cortas posibles, ya que a medida que la longitud de la pregunta se extiende se aumenta la probabilidad de que el encuestado pierda la concentración y dé respuestas aleatorias.
- Formuladas directamente en relación con el tema de interés. Cada uno de los problemas de salud era redactado de forma personal y directa.
- Expresadas en forma neutral o en positivo, nunca negativo, y de forma que no levanten prejuicios, evitando utilizar palabras abstractas o confusas, ni tampoco de tipo valorativo (mucho, bastante, bueno, malo, etc.).
- Teniendo en cuenta al encuestado: sus conocimientos, posición, etc. y sin hacer preguntas que obliguen a esfuerzos o cálculos mentales.

La validación del cuestionario se ha realizado mediante estudio de expertos, entrevista a una pequeña muestra de alumnos, la aplicación del índice de legibilidad y una prueba piloto.

La validación de expertos se ha realizado por los miembros del equipo de investigación y del grupo de trabajo COMSAL2. El equipo de investigación está formado por 10 doctores de las Universidades del País Vasco, de Zaragoza, de Las Palmas de Gran Canarias y de Valencia. El grupo de trabajo está compuesto por 19 profesores/as (2 de Brasil y 7 de Argentina) con experiencia en la Educación para la salud y en el diseño y validación de cuestionarios.

Con las entrevistas realizadas a una pequeña muestra del alumnado se pretendía revisar los resultados obtenidos a fin de comprobar su comprensión, el tiempo necesario para su respuesta y las impresiones que les producían las preguntas y la estética del cuestionario, pues somos conscientes que el diseño desempeña un importante papel en la solución del cuestionario, ya que el empleo de estímulos no verbales puede mejorar los resultados obtenidos por los sujetos (Goldin-Meadow, 2006).

Para evaluar la legibilidad del cuestionario (nivel de comprensión lectora necesario para entender el contenido) se aplicó el programa informático INFLESZ, de acceso libre, que realiza un “análisis básico” sobre el número de sílabas, el número de palabras, el número de frases, el promedio de sílabas/palabra, el promedio de palabras/frase, la fórmula de perspicuidad y un grado de legibilidad de acuerdo con una escala. Está diseñado para la lengua castellana, es de uso sencillo y la escala INFLESZ ha sido validada. Esta escala posee una puntuación de 0 hasta más de 80, en cinco tramos, desde “muy difícil” hasta “muy fácil” en 5 niveles. (Otero y Alvarez-Diaz, 2012)

Tabla 1. Grados de legibilidad en la Escala INFLESZ

Puntos	Nivel del texto/nivel educativo requerido	Tipo de publicación
0 – 40	Muy difícil / educación superior	Especializada (universitaria, científica)
41 – 55	Algo difícil/Educación media superior.	Divulgación científica, prensa especializada
56 – 65	Normal /Educación media básica.	Prensa general, prensa deportiva
66 – 80	Bastante fácil / Educación básica	Textos docentes, Novelas exitosas ("best sellers")
> 80	Muy fácil/ Educación básica	Historietas, comics..

Para el pilotaje se aplicó el cuestionario a una muestra piloto de 2 centro docentes, uno en la Comunidad Valenciana y otro en Teruel, en condiciones lo más semejantes posibles.

RESULTADOS

Dada la distinta procedencia del grupo de expertos que realizó la validación y el destino del cuestionario dirigido al alumnado de diferentes contextos socioculturales, se modificaron algunos enunciados y el uso de términos que podrían crear confusión, pero se mantuvieron los problemas elegidos a testar. Verificaron la adecuación de las preguntas a los objetivos de la investigación, la existencia de estructura y la disposición general equilibrada y armónica, la falta de alguna pregunta o elemento clave y la no reiteración o existencia de alguna pregunta superflua.

Así mismo, se elaboró un modelo consensuado con las posibles respuestas a cada uno de los ítems, asignando una puntuación de 0 cuando la respuesta no fuera válida, 1 para respuestas parciales y 2 puntos para las respuestas correctas. De esta forma se facilitaba el volcado de las encuestas y la objetividad en la corrección.

De la entrevista y pase del cuestionario a una pequeña muestra del alumnado, y debido a la cantidad de problemas de salud que se pretendía analizar, se dividió el cuestionario en dos modelos (Modelo A y Modelo B), cada uno de ellos con el mismo número de problemas, tratando los ocho ámbitos de salud, y con la misma estructura en todas las preguntas, de forma que resultaran complementarios entre sí, para que una vez analizada la información obtenida, se genere una visión completa de las competencias que posee el alumnado ante los problemas de salud seleccionados. De esta forma se redujo el tiempo de cumplimentación del cuestionario a 15-20 min. puesto que cada sujeto solo contestaba uno de los modelos entregados al azar por los encuestadores.

También se preguntó por los elementos visuales que se habían introducido en el cuestionario. Su respuesta hizo modificar algunos de los diseños por otros más cercanos al alumnado, al tiempo que otros fueron eliminados ya que manifestaban exceso de elementos gráficos que desviaban su atención.

Respecto al nivel de legibilidad del texto, los análisis realizados (Tabla 2) muestran que tanto el Modelo A como el Modelo B presentan un grado de comprensión “bastante fácil” en el índice INFLESZ, lo que significa que son comprensibles por estudiantes con una educación media-básica.

Tabla 2. Análisis INFLESZ

	Modelo A	Modelo B
Sílabas	1550	1441
Palabras	752	675
Frases	155	133
Promedio sílabas/palabra	2.06	2.13
Promedio palabras/frases	4.85	5.08
Índice Flesch-Szigrist	73.57	68.76
Grado escala INFLESZ	Bastante Fácil	Bastante fácil
Índice Fernández-Huerta	78.22	73.57
Índice correlación Word:	31.39	25.19

Una vez comprobados estos aspectos, se procedió a pilotar el cuestionario con una muestra de 26 alumnos de Primero de ESO y 24 de 4 de ESO. En este pilotaje se comprobó si los términos empleados eran de fácil lectura y si las respuestas se referían al objetivo de las preguntas, en concordancia con los sujetos a los que iban dirigidos. Las respuestas del alumnado no generaron ninguna dificultad relevante por lo que no se introdujeron nuevas variaciones en el cuestionario.

CONCLUSIONES

Se han elaborado dos cuestionarios complementarios, cuya tiempo necesario para su respuesta es de 20 min. aproximadamente, y que entre los dos permiten conocer el nivel

de competencias de salud adquiridas por el alumnado. En opinión del grupo de expertos consultados, el cuestionario diseñado puede considerarse un instrumento válido y fiable para conocer estas competencias, en alumnos del último año de educación primaria, de educación secundaria y de formación profesional.

De todas formas, parece necesario realizar nuevas investigaciones que permitan validar su nivel de consistencia y fiabilidad así como su validez mediante otros métodos: Análisis Factorial, Coeficiente de fiabilidad de Cronbach, Análisis Correlacionales, etc.

RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS

Otero, M.J., Álvarez-Díaz, A. M^a (2012). *Cuestionario de Autoevaluación de la Seguridad de los Sistemas Automatizados de Dispensación de Medicamentos*. Instituto para el Uso Seguro de los Medicamentos (ISMP-España): Salamanca. Último acceso el 12 de diciembre de 2015 desde <http://www.ismp-espana.org/ficheros/Cuestionario%20%20SAD.pdf>

Blanchet, A. y otros (1989). *Técnicas de Investigación en Ciencias Sociales. Datos. Observación. Entrevista. Cuestionario*. Madrid: Narcea

Consejo de la Unión Europea (2004). *"Educación y Formación 2010"*. Doc. 6236/04 EDUC 32 + COR 1. Último acceso el 12 de diciembre de 2015 desde <http://register.consilium.europa.eu/doc/srv?l=ES&f=ST%206905%202004%20INIT>

Consejo de Europa. Recommendation 1959 (2011). Preventive health care policies in the Council of Europe member states. Assembly debate on 28 January 2011 (9th Sitting).

Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI*. Madrid. Santillana

Fernández Huerta J. Medida sencillas de lecturabilidad. *Consigna* 1959; (214): 29-32

Gavidia, V., Aguilar, R. y Carratalá (2011) ¿Desaparecen las transversales con la aparición de las competencias? *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 25, 171-180.

Goldin-Meadow, S. (2006). Talking and thinking with our hands. *Psychological. Science*, 15 (1), 34-39.

Hipkins, R. (2006). *The nature on the Key competencies. A background paper*, Wellington: New Zealand Council for Educational Research.

López Muñoz, M. A. (2006). *Materiales curriculares de salud alimentaria en secundaria*. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Ministerio de Educación y Ciencia: Madrid.

Manzanares Moya, M. A. (2004). *Competencias del psicopedagogo: una visión integradora de los espacios de actuación en la familia profesional de educación*. Bordón, 56 (2), 289-303.

Martínez Martín, V.C. (2003). *Diseño de encuestas de opinión*. Madrid: Ra-Ma.

Mateos, J.M. (Coord.) (2005). *Plan de Educación para la Salud en la Escuela Región de Murcia (2005-2010)*. Murcia: Centro de Recursos de Promoción y Educación para la Salud.

OMS (1997). *Informe Técnico: Fomento de la salud a través de la escuela: informe de un Comité de Expertos de la OMS en Educación Sanitaria y Fomento de la Salud Integrales en las Escuelas*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.

OMS. *Riesgos para la salud de los jóvenes*. Nota descriptiva N°345. Agosto de 2010. Disponible en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs345/es/index.html>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y Proyecto DeSeCo. (2006). *Key competencies for a successful life and a well-functioning society*, (2003), Traducción al español: Las competencias clave para el bienestar personal, económico y social D.S. Rychen y L.H. Salganik (eds.)

Pérez Gómez, A. (2007): La naturaleza de las competencias básicas y sus aplicaciones pedagógicas, *Cuadernos de Educación de Cantabria nº 1*, Consejería de Educación, Santander.

Ramos, P.; Pasarín, M^a I.; Artazcoz, L.; Díez, E.; Juárez, O. y González Lozoya I. (2013). Escuelas saludables y participativas: evaluación de una estrategia de salud pública. *Gaceta sanitaria*: Vol. 27, n. 2, 104-110.

Unión Internacional Promoción y Educación para la Salud. (2004). *Evidencia de la eficacia de la promoción de la salud*. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo.

Urmeneta, M. (2010). *Alumnado con problemas de salud*. Graó, Barcelona.

Vega, A; Pello J.; Recalde I. (2011). La salud en la escuela: necesidad de investigaciones más profundas. *A tu Salud*, N°. 74, 12-16.

Zabala, A. y Arnau, L. (2007). *Cómo aprender y enseñar competencias: 11 ideas clave*. Barcelona: Graó.

Uso publicitario de los elementos científicos presentes en un envase alimentario: Un análisis por parte del profesorado

Girón-Gamero, J. R., Blanco-López, A., Lupión-Cobos, T.

Universidad de Málaga, Didáctica de las Ciencias Experimentales.

jrgiron@uma.es

RESUMEN

La publicidad está presente en la mayoría de ámbitos de nuestras vidas. La influencia que ejerce en la toma de decisiones y en la capacidad argumentativa de los estudiantes es una cuestión importante para el desarrollo de la competencia científica en la educación secundaria. Ahora bien, no es una tarea sencilla desde un punto de vista metodológico identificar esta influencia, en particular cómo los elementos científicos son usados con fines publicitarios en los envases de productos alimentarios. Es por ello, que se acude a un análisis por parte de profesorado con experiencia en la investigación didáctica o en la enseñanza de la alimentación en diversos niveles educativos. En este trabajo se describe el proceso seguido para llevar a cabo este análisis. Los resultados obtenidos en el mismo muestran un alto grado de consenso por parte de los participantes y apuntan a que la categorización establecida puede ser válida.

PALABRAS CLAVE

Alimentación, competencia científica, etiquetado, publicidad, profesorado experto.

INTRODUCCIÓN

La sociedad del consumo, de la que formamos parte, ha desarrollado mecanismos para acercarnos los productos que vamos a comprar, con la finalidad de satisfacer las necesidades producidas en los distintos ámbitos de nuestra vida: laboral, personal, familiar, alimentario, etc. Este es el motivo por el que la publicidad existe y está especializada en conseguir que elijamos una solución frente a otra, la marca B antes que la A. Uno de los lechos publicitarios más importantes es el dedicado a la alimentación. Podemos distinguir claramente dos grandes acciones de promoción en el contexto de la alimentación: la de los anuncios que se emiten en la televisión y la de las declaraciones no obligatorias de los envases alimentarios.

Según el último estudio del empleo del tiempo del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2013), la actividad de ocio a la que la población española dedica más tiempo es a la de medios de comunicación. Especialmente significativo es este dato en la población infantil (hasta 12 años), pues según el estudio de Eurodata TV Worldwide (2013), los niños españoles ven la televisión una media diaria de 2 horas y 30 minutos, colocándose por encima de la media europea. Este grupo poblacional es especialmente sensible a los contenidos de los anuncios sobre productos alimentarios.

En España, el estudio de Menéndez y Franco (2009) determina que un tercio de la publicidad que aparece en la televisión en horario infantil está destinada a la alimentación y se concluye que los alimentos hipercalóricos ofertados a menores en estos espacios

publicitarios no son los adecuados para una dieta óptima (España, Cabello y Blanco, 2014; Cabello, España y Blanco, 2016).

Los envases alimentarios son una fuente importante de publicidad, por lo que su etiquetado es un asunto que interesa a las diferentes asociaciones de consumidores españolas. CEACCU (Confederación Española de Organizaciones de Amas de Casa Consumidores y Usuarios) realizó un minucioso estudio en 2010 cuyos resultados reflejaron que en los envases alimentarios existe una sobreabundancia de información muy eficaz para ocultar la información esencial, en su mayor medida publicidad y consideraron que fruto de ésta, el consumidor precisa de 8 a 10 minutos para elegir correctamente un alimento, mientras el tiempo en la práctica es de apenas 1 minuto. A esto hemos de unir el reciente informe de la OCU (Organización de consumidores y usuarios, 2016), en el que se indica que un 68% de los padres considera que el principal motivo de la obesidad de sus hijos es la genética, tendencias familiares y causas hereditarias, sin contemplar que la elección de los alimentos (basándose entre otras cosas en su etiquetado) de la dieta habitual tenga una gran influencia.

Por estas razones consideramos importante, al igual que otros autores (por ejemplo, Arconada, 2006), el tratamiento educativo de la publicidad. En trabajos anteriores (Girón, Blanco, Lupión, 2014; Girón, Blanco y Lupión, 2015a y b; Girón, Lupión y Blanco, 2015) nos hemos centrado en la utilización de la publicidad en televisión en las clases de ciencia para ayudar a los estudiantes a aprender sobre la publicidad y a aprender ciencia con la publicidad, como aspecto importante del desarrollo de la competencia científica.

Nos ocupamos ahora de la publicidad contenida en los envases de productos de alimentación. El trabajo presentado en esta comunicación forma parte de un estudio más amplio, que tiene su origen en el diseño, implementación y evaluación de una unidad didáctica para 3º de ESO titulada “¿Estoy comiendo bien?” (Girón, Blanco y Lupión, 2015b). Entre otros aspectos, se pretende analizar la influencia que tiene la publicidad sobre la capacidad de argumentación (Jiménez-Aleixandre, 2010) de los estudiantes en la elección de productos alimentarios.

En el marco del desarrollo de dicha unidad didáctica, se sometió a los estudiantes a un pretest y un postest, que entre otras, contenía una pregunta en la que se mostraba la imagen de un envase de unos conocidos cereales y se pedía al alumnado que razonase si los tomaría en sus desayunos y meriendas. Ahora bien, discernir de forma cualitativa y cuantitativa cuales son los elementos científicos que están siendo utilizados con fines publicitarios en un envase de un producto alimentario, es una cuestión compleja. Por ello, se ha visto necesario acudir a un análisis por parte del profesorado al que podemos considerar experto en este tema. En este trabajo presentamos la metodología y los resultados obtenidos con su participación, al someter a valoración el envase de unos conocidos cereales.

METODOLOGÍA

Para desarrollar la metodología de análisis de las respuestas de los estudiantes resultaba necesario, en primer lugar, categorizar los elementos presentes en el envase del alimento considerado. Para ello se identificaron inicialmente tres posibles categorías de elementos:

- a) Puramente científicos.
- b) Científicos usados con fines publicitarios.
- c) Puramente publicitarios.

Para determinar si estas tres categorías recogían de forma adecuada la clasificación de todos los elementos presentes en el envase y a qué categoría pertenece cada uno de dichos se ha decidido acudir a un panel de profesorado experto. El procedimiento seguido consta de las etapas que se describen a continuación.

1. Análisis de los elementos del envase

El equipo de investigación, los autores de este trabajo, procedió a un análisis exhaustivo del contenido del envase y a enumerar sus elementos. Algunos de los 35 elementos identificados pueden verse, como ejemplos, en la tabla 1.

Nº	Zona envase	Expresión	Descripción
1	Delantera	Texto	Expresión “Con cereales integrales” en la parte superior.
5	Delantera	Gráfico	Imagen de un perro de dibujos animados relamiéndose a la vista del cuenco de cereales, con la ceja levantada y el pulgar hacia arriba.
8	Delantera	Tablas y datos numéricos	Datos porcentuales de contribución a la cantidad diaria recomendada para adultos de distintos nutrientes al ingerir una ración de 30 g.
11	Trasera	Texto	Es una buena forma de empezar el día.
28	Trasera	Gráfico	Dibujos en color de niños en actividades lúdicas.
29	Trasera	Tablas y datos numéricos	Adquiere el Compromiso de marca de que los cereales: tienen menos de 9g de azúcar por ración.
33	Lateral	Tablas y datos numéricos	Información nutricional por 100 g de nutrientes principales.

Tabla 1. Identificación de los elementos del envase de una conocida marca de cereales.

Se clasificaron atendiendo a dos criterios: a) Su posición en el envase: delantera, trasera, lateral y b) Su expresión: texto, gráfico, tablas y datos numéricos. Además, se editó la imagen original del envase de los cereales incluyendo junto a cada elemento el número asignado para facilitar su identificación.

2. Preparación de la tarea a realizar por los expertos

La tarea diseñada para los expertos consta de tres partes:

A. Identificación los elementos presentes en el envase. Se pide que se analice la imagen facilitada del envase para determinar si hay algún elemento más que no se haya recogido en la clasificación inicial establecida.

B. Valoración (en una escala de 1 a 4) del grado de acuerdo sobre la pertenencia de cada uno de los 35 elementos a las tres categorías identificadas:

- Solo información científica
- Información científica usada publicitariamente
- Sólo publicidad.

C. Aportación de sugerencias o consideraciones sobre la clasificación utilizada para los elementos de la etiqueta.

Se confeccionó un documento para la recogida de datos que constaba de un texto introductorio describiendo la tarea, un espacio para la parte A, una tabla para el marcaje de la parte B y un espacio final para la parte C.

3. Selección de los participantes

Han participado 10 profesores/as con más de 15 años de experiencia docente. Por un lado, se seleccionó a 5 profesores universitarios de departamentos de Didácticas de las Ciencias de las Universidades de Málaga y Granada. La selección se hizo atendiendo a la constancia de los seleccionados habían realizado investigaciones didácticas sobre alimentación y habían impartido materias relacionadas con ella. Por otro, se seleccionó a 4 profesores de ciencias de Educación Secundaria, que han impartido clases en la secundaria obligatoria durante los últimos años, más concretamente en 3ºESO, curso donde se ubican, específicamente, los contenidos de alimentación. Completó el panel de experto una orientadora de Educación Secundaria, que habitualmente trata con los estudiantes los problemas alimentarios en la adolescencia. Consideramos esta suma de opiniones discrecionales como heterogénea, rica y válida para el propósito de esta investigación.

4. Criterios para analizar los resultados e identificar los acuerdos

Para poder realizar un adecuado tratamiento de las valoraciones de los expertos, se determinó por parte del equipo de investigación hacer la siguiente trasposición del marcaje de los ítems de la tabla: Totalmente en desacuerdo = 0 puntos; Parcialmente en desacuerdo = 1 punto; Parcialmente de acuerdo = 2 puntos; Totalmente de acuerdo = 3 puntos. De tal manera que, tras la suma de las opiniones de los expertos, un ítem podía puntuar en el intervalo desde 0 hasta 30 puntos. Con este sistema de puntuación, se establecieron los siguientes criterios para determinar el acuerdo entre las opiniones de los expertos y, de esta forma, incluir a cada uno de los ítems en una categoría determinada:

- a) Superar en una categoría los 2/3 de la puntuación total. Es decir, el ítem debería haber obtenido una puntuación mayor o igual a 20 puntos en dicha categoría y,
- b) Tener una diferencia de puntuación de más de 5 puntos con respecto a la segunda categoría más puntuada.

RESULTADOS

En primer lugar, es importante indicar que las respuestas de la parte A muestran que los participantes no identificaron más elementos en el envase analizado, validando el análisis inicial realizado.

Se puede considerar que todos los expertos están de acuerdo en que la categorización utilizada permite englobar todos los elementos del envase (parte C). La excepción se produce en el comentario de un experto para el ítem 24: “Indica que el fabricante del producto colabora con la Asociación Española de Pediatría (AEP), a través de logos” que considera que podría matizarse la categorización: “Que la expresión información científica puede resultar insuficiente para poder clasificar adecuadamente algunos de los elementos, como por ejemplo el 24. En este elemento más que información científica (usada publicitariamente), se usa publicitariamente la vinculación del producto con la ciencia”.

Aparecen además, en el caso de un experto, apreciaciones que no tienen que ver con la categorización, sino con el posible tratamiento didáctico que podría hacerse del envase estudiado: “Quizás habría que preguntarse si a los menores a los que se dirige el producto conocen toda esa terminología científica e incluso hasta qué punto los adultos. Se utilizan unidades de energía (kJ y Kcal), de masa/peso (g, mg y µg), junto con la terminología de las vitaminas, grasas hidratos azúcares”.

Siguiendo los criterios antes establecidos, se muestra en la tabla 2 la situación de cada uno de los ítems, tras el resultado obtenido una vez realizado el vaciado de la tabla de marcaje de la parte B de la tarea.

CATEGORÍA	HAY ACUERDO ≥ 20 puntos y dif. > 5 puntos	NO HAY ACUERDO < 20 puntos
Sólo información científica	32, 33, 34, 35	
Información científica usada publicitariamente	3, 8, 9, 10, 16, 29, 30, 31	15, 17
Sólo publicidad	2, 4, 5, 6, 7, 11, 13, 14, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28	1, 12, 18, 21

Tabla 2. Situación de los ítems en cada una de las categorías tras el análisis del profesorado experto

Las lecturas que hacemos de los resultados extraídos de la tarea B son los siguientes:

1. En cuanto al grado de acuerdo sobre la categorización, caben hacer tres consideraciones:

- a) Hay un alto índice de acuerdos (29 de 35, el 83 %), en el conjunto de los ítems por parte de los expertos.
- b) Los ítems “Palabras Calcio y Vitamina C en colores” (nº 15) y “La vitamina D ayuda a la absorción y utilización normal del calcio” (nº 17) no son considerados información científica usada publicitariamente, debido a que no puntúan lo suficiente para conseguirlo, repartiéndose las puntuaciones en ambos casos entre “sólo publicidad” o “sólo información científica”. Hay una clara dispersión entre los expertos cuando se hace referencia al término vitamina y el elemento químico calcio.
- c) Los ítems 1, 12, 18 y 21 (cuyas denominaciones se muestran más abajo), se sitúan en la frontera entre las categorías de “información científica usada publicitariamente” y “sólo publicidad”, sin llegarse a producir el acuerdo, ya que la diferencia entre sus puntuaciones es ≤ 2 pto.

Item1: Expresión “Con cereales integrales” en la parte superior

Item12: “Buenas noticias”... Palabra “Vitamina D” subrayada

Item18: “Dieta variada y equilibrada”, en color rojo

Item21: “Adquiere el Compromiso de marca de que los cereales: Están hechos con cereales integrales y son buena fuente de calcio”

En el ítem 12 aparece la palabra “Vitamina”, que vuelve a ser, tal y como explicamos en el punto b, un elemento de controversia entre los expertos. Además, en dos de ellos (1 y 21), hay referencias al origen integral de los cereales, factor que genera una discrepancia clara entre los expertos, siendo incluso objeto de comentarios en el apartado C de la tarea por uno de ellos: “El termino ración se utiliza de forma muy general y puede ser confuso. Lo mismo que integral (cereal integral)”

2. Sobre la categorización de los elementos del envase

Cabe destacar que más de la mitad (17 de 29, el 59 %) de los elementos presentes en el envase son considerados puramente publicitarios. Los contenidos científicos que el consumidor puede usar como criterio objetivo se limitan a 4, mientras que aquellas informaciones científicas que son usadas publicitariamente o la vinculación del producto con la ciencia, se elevan a 8, el doble de los anteriores.

CONCLUSIONES

Los expertos han considerado válido el sistema de categorización planteado para los elementos que contiene el envase analizado (puramente científicos, científicos usados con fines publicitarios y puramente publicitarios) y han mostrado un alto nivel de acuerdo sobre la categorización de dichos elementos. No obstante, existen seis elementos (que no siempre que aparecen en el envase son considerados de la misma forma), sobre los que no se ha producido este acuerdo, y que tienen que ver con los términos: “Vitaminas”, “Calcio” o “Integral”. Quizá sea debido a que los conceptos implicados aparecen usados habitualmente por los publicistas y el uso que se hace de ellos, así como el impacto que pueda tener sobre la población, parece ser el origen del conflicto generado entre las opiniones de los expertos consultados.

En el envase analizado, más de la mitad de los elementos, presentados en formato texto, gráfico o datos numéricos, están destinados a publicitarlo. La presencia de los elementos científicos, es percibida de forma mayoritaria por los expertos como reclamo publicitario, limitándose una pequeña parte de los mismos, a proporcionar información científica que pueda ser valorada de manera objetiva por un ciudadano para tomar la decisión de consumir el producto alimentario.

La metodología que se está desarrollando y la validación de expertos parecen apuntar a que el sistema de categorización utilizado puede ser válido para analizar la forma en la que la publicidad se manifiesta en los productos alimentarios, pretendiéndose en una investigación futura, ampliar la muestra objeto de estudio al etiquetado de otro tipo de alimentos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto de I+D de Excelencia «Desarrollo y evaluación de competencias científicas mediante enfoques de enseñanza en contexto y de modelización. Estudios de caso» (EDU2013-41952-P) financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad en la convocatoria de 2013.

Los autores agradecen especialmente la participación al profesorado experto que con sus aportaciones ha hecho posible esta investigación:

Aurelio Cabello

Arturo Fernández

Enrique España

Joaquín Franco

Francisco J. González

Pilar Jiménez

Eva Moreno

Francisco González

Rafael López

Francisco Rodríguez

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arconada, M. (2006). *Cómo trabajar con la publicidad en el aula*. Barcelona: Graó.

Cabello, A.; España, E. y Blanco, A. (2016). *La competencia en alimentación*. Barcelona: Octaedro.

CEACCU (2010). *Análisis del etiquetado de los alimentos. La información obligatoria y nutricional en las etiquetas*. Cuadernos de CEACCU. Madrid: CEACCU. Disponible en <http://www.ceaccu.org/publicaciones/cuadernos/analisis-etiquetado-alimentos/>. Consultado el 20 de febrero de 2016.

España, E.; Cabello, A. y Blanco, A. (2014). La competencia en alimentación. Un marco de referencia para la educación obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 611-629.

EURODATA TV WORLDWIDE (2013): KidsTVReport. Disponible en línea en: <www.mediametrie.com/eurodatatv/solutions/kids-tv-report.php?id=81>. Consultado el 20 de Febrero de 2016.

Girón, J.; Blanco, A. y Lupión, T. (2014). Análisis crítico de la publicidad de un producto alimentario. Una experiencia con alumnos de 3º de ESO. En Heras M.; Lorca, A.; Vázquez, B.; Wamba, A. y Jiménez, R. (Coords.). *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante*. Huelva: Universidad de Huelva; 18-25.

Girón, J.; Blanco, A. y Lupión, T. (2015a). Uso de la publicidad de un producto alimenticio para aprender un modelo sobre las defensas en el intestino humano. Un estudio en 3º de ESO. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 12(2), 278-293

Girón, J.; Blanco, A. y Lupión, T. (2015b). ¿Estoy comiendo bien? Una propuesta en el segundo ciclo de la ESO en el contexto de la alimentación. En A. Blanco-López, y T. Lupión-Cobos, (Eds). *La competencia científica en las aulas. Nueve propuestas didácticas* (245-268). Santiago de Compostela: Andavira.

Girón, J.; Lupión, T. y Blanco, A. (2015). La publicidad en las clases de ciencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 81,34-42

Instituto Nacional de Estadística (INE) 2013. Encuesta Nacional de Salud. Nota de Prensa (14 marzo 2013). Disponible en <http://www.ine.es/prensa/np770.pdf>. Consultado el 20 de febrero de 2016

Jiménez Aleixandre, M.P. (2010). *10 Ideas clave: Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

Menéndez, R. y Franco, F. (2009). Publicidad y alimentación: influencia de los anuncios gráficos en las pautas alimentarias de infancia y adolescencia. *Nutrición hospitalaria*, 4(3). Disponible en http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112009000300009. Consultado el 20 de febrero de 2016.

OCU (2016). Obesidad infantil. *OCU-Salud*. 124. Nota de prensa (9 de febrero de 2016): <https://www.ocu.org/organizacion/prensa/notas-de-prensa/2016/npobinf090216>. Consultado el 20 de febrero de 2016.

¿Qué aspectos de la competencia científica evalúan las Pruebas de Acceso a la Universidad en la asignatura de Química?

Oliva, J. M.,¹ Franco-Mariscal, R.,¹ Gil-Montero, M. L. A.²

¹Departamento de Didáctica y ²Departamento de Química Física. Universidad de Cádiz.

Josemaria.oliva@uca.es

RESUMEN

Se caracterizan las preguntas de la Prueba de Acceso a la Universidad en la asignatura de Química en las universidades andaluzas desde el punto de vista del uso de la competencia científica. Para ello se analizan 576 preguntas planteadas en el período 2002-2013, cuyos resultados indican sesgos y ausencias importantes para una evaluación integral de la competencia del alumnado en Química, sin apenas ninguna evolución con el tiempo. A partir del análisis se formulan implicaciones para la mejora de las pruebas externas selectivas y también para la formación del profesorado.

Palabras clave

Competencia científica; Pruebas de Acceso a la Universidad; Química; Selectividad.

INTRODUCCIÓN

Esta comunicación forma parte de un estudio más amplio dirigido a caracterizar las Pruebas de Acceso a la Universidad (PAU) en la asignatura de Química y a estudiar su repercusión en la enseñanza de esa materia en cursos preuniversitarios. En este caso el estudio se ha centrado en el primero de los propósitos, analizando las preguntas planteadas en las PAU de la Comunidad Autónoma de Andalucía (CAA). Consideramos de interés este tipo de estudios al objeto de proponer mejoras para el diseño de las mismas, o para el de otras pruebas externas que se implanten en el futuro para evaluar al sistema educativo o el desempeño del alumnado al finalizar el bachillerato. Dicho cambio podría impulsar, a su vez, un cambio positivo en las prácticas de enseñanza del profesorado en ejercicio, dado que la evaluación no es algo independiente de los procesos de enseñanza, encontrándose profundamente ligada a la toma de decisiones educativas (Linn, 1987).

En un estudio anterior (Franco, Oliva y Gil-Montero, 2015), se analizó la tipología de preguntas formuladas en las pruebas de Química de Acceso a la Universidad en la Comunidad Autónoma Andaluza, según la naturaleza de la respuesta demandada en las mismas, para lo que se siguió la tipología propuesta por (Smith *et al.*, 2010). En este caso el análisis se aborda desde el punto de vista de las facetas que componen la competencia científica, enfoque ya empleado para el análisis de preguntas de pruebas PISA (Gallardo *et al.*, 2010), y de pruebas diagnósticas de educación secundaria obligatoria (Cañas, Lupión y Nieda, 2014; Gallardo *et al.*, 2014) o pruebas de nivel de entrada en cursos universitarios de Química general (Gil-Montero *et al.*, 2012).

MARCO TEÓRICO

Son diversos los motivos por los que escogemos el marco de las competencias como foco del estudio a realizar. Así, la noción de competencia centra la atención en el alumno y aglutina distintos tipos de saberes, habilidades, destrezas, actitudes y valores, lo que permite aportar una visión integral de la educación científica (Harlen, 1989; Millar, 1996; Nieda, Cañas y Martín-Díaz, 2004; Vázquez-Alonso, Acevedo-Díaz y Manassero, 2005). Además, el dominio de las competencias viene acaparando un creciente interés en la propia didáctica de las ciencias (Blanco-López, España-Ramos, González-García y Franco-Mariscal, 2015), siendo un marco capaz de canalizar gran parte de la producción que se ha generado en torno a ella en los últimos años (Pro, 2012; Pedrinaci *et al.*, 2012).

Particularmente, la competencia científica ha sido analizada profusamente en la bibliografía sobre enseñanza de las ciencias. Como señala Blanco *et al.* (2015), la expresión “competencia científica” surge por primera vez en el contexto de la discusión suscitada sobre alfabetización científica a raíz de la edición 2006 del Programa PISA (*Program for International Student Assessment*), en la que las ciencias ocuparon un protagonismo clave. En castellano se cuenta con el referente del libro de Pedrinaci *et al.* (2012), en el que se discute la utilidad, el alcance y las implicaciones que tiene dicha noción a la hora de decidir qué ha de enseñarse en el ámbito de la educación científica, con qué propósito y de qué manera debe hacerse, y cómo puede evaluarse.

Dicha competencia se vincula, de un lado, con los procesos de búsqueda e indagación que caracterizan la actividad científica, en la que se plantean problemas, se formulan hipótesis, se recoge información, se analizan resultados y se formulan conclusiones. De otro se relaciona la actividad de elaborar modelos y teorías, solo desde los cuales se puede entender la labor de búsqueda e indagación de la que hablamos. Finalmente, se relaciona también con la capacidad de comunicación científica a través del lenguaje, mediante el cual uno hace uso de los modelos aprendidos para describir y explicar la realidad, o también en su caso para hacer crítica de los mismos y modificarlos.

Hemos de destacar, a todo este respecto, la importancia que cobra la evaluación de competencias, espacio al que también se le ha dedicado atención a lo largo de la bibliografía. En este sentido, como nos muestra Cañal (2012), evaluar la competencia científica es una actividad compleja que requiere un manejo integrado de capacidades para utilizar el conocimiento científico: a) describir, explicar y predecir fenómenos naturales; b) comprender los rasgos característicos de la ciencia; c) formular e investigar problemas e hipótesis; d) documentarse, argumentar y tomar decisiones personales y sociales sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana genera en él.

¿Pero qué facetas o dimensiones de la competencia científica ha de desarrollar el alumnado a lo largo de la educación secundaria y bachillerato? Existen distintas respuestas para esta pregunta, en función del marco escogido para abordarla: PISA, evaluaciones diagnósticas, legislación educativa, etc. Blanco *et al.* (2010, 2015), dentro de un proyecto de investigación más amplio sobre el fomento de la competencia científica para la ciudadanía, han realizado una taxonomía de dimensiones siguiendo el método Delphi, detectando conocimientos, destrezas, y actitudes y valores sobre los que se aprecia un cierto consenso en expertos españoles a la hora de valorar su importancia. Algunos de los aspectos contemplados en dicho análisis son de carácter genérico, como ocurre con la capacidad de “pensamiento crítico” o la habilidad de aprendizaje autónomo”. Otros, se refieren a otras disciplinas, como “conocimientos básicos matemáticos” o “conocimientos sobre la historia del mundo”. Además, algunos aluden a contenidos de ciencias muy específicos, como conocimientos “sobre el origen de la vida

y la evolución” o sobre “cosmología”. Finalmente, se incluyen otros aspectos que, siendo más específicos del aprendizaje de las ciencias, se formulan de una manera transversal, de modo que pueden aplicarse a distintos temas del currículo. Es el caso de la “habilidad para observar”, el “conocimiento sobre leyes y teorías científicas” o la “comprensión y habilidad de uso del lenguaje científico”. Son precisamente estos últimos los que más nos interesan para dimensionar el sentido de la competencia científica, aunque sin olvidar las intersecciones existentes entre las tres primeras.

Al objeto de sistematizar todos estos aspectos, puede resultar útil recordar la clasificación de finalidades previstas por Hodson para el aprendizaje de las ciencias (Hodson, 1996): “aprender ciencias”, “aprender a hacer ciencias” y “aprender acerca de las ciencias”. En este sentido, algunos autores (Gil-Montero *et al.*, 2012) han adaptado los aspectos de la competencia científica previstos por Blanco *et al.* (2010, 2015) al ámbito de cursos de Química general, y han cruzado, posteriormente, el listado resultante con las tres dimensiones del aprendizaje de las ciencias previstas por Hodson. Como resultado de ello, fue el desarrollo de una taxonomía que permitía clasificar las competencias demandadas en pruebas de nivel de entrada practicadas en facultades de ciencias. Esta taxonomía, como veremos, servirá aquí también como punto de partida sobre la que construir un sistema de categorías para identificar las competencias evaluadas en las PAU de Química. En ella se clasifican distintas facetas de la competencia en Química según tres componentes: “Saber Química” (componente esencialmente vinculada al conocimiento teórico), “Hacer/trabajar en Química” (componente procedimental), y “Actitudes y valores en Química” (en la que se integran conocimientos y valores sobre la naturaleza de la Química con actitudes científicas).

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El problema investigado consiste en el análisis de los aspectos de la competencia científica evaluados en las preguntas de las PAU de Química en la CAA. Para ello se caracterizaron las preguntas planteadas en las 12 ediciones de selectividad de Química que van desde 2002 hasta 2013 incluido, 288 en total, y otras tantas de reserva. Por tanto, la muestra de preguntas analizadas alcanzó el valor de $N=576$. El contar con margen amplio 12 años ha permitido, además, estudiar si se han producido o no cambios con el tiempo en ese sentido.

El sistema de categorías empleado se expresa en la tabla 1, y es una adaptación del propuesto en el citado estudio de Gil-Montero *et al.* (2012).

A la hora de analizar las preguntas, lo habitual fue que se asignara más de una categoría a cada una de ellas, en unos casos por estar integrada por varios subapartados, y en otros por involucrar varias facetas de la competencia científica. La tabla 2 presenta ejemplos para aclarar la naturaleza del proceso de categorización seguido.

El análisis ha sido llevado a cabo independientemente por dos investigadores, quienes consensuaron previamente los sistemas de categorías a emplear y los criterios de análisis correspondientes. Las concordancias entre jueces fueron bastante altas, con valores del coeficiente “ k ” de acuerdo entre jueces que oscilaban entre 0,77 y 1,00. Las discrepancias se resolvieron por consenso tras diversas deliberaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 3 muestra las frecuencias y porcentajes de preguntas con evaluación de aspectos referidos a Saber Química (SQ), tanto a nivel global como segmentados por períodos de cuatro años. Se aprecia que, en la mayoría de preguntas, es necesario el conocimiento

sobre el significado del lenguaje químico (fórmulas, ecuaciones químicas, configuraciones electrónicas, etc.), y en una gran parte de ellas también los conocimientos de conceptos, leyes y teorías básicas en Química. Esto es un resultado lógico, por cuanto el desarrollo de la competencia científica exige el uso de conocimientos básicos teóricos sobre el dominio en cuestión, en este caso de Química.

Categorías	Subcategorías y códigos correspondientes
SQ Saber Química	SQ1. Conocimientos de los conceptos, leyes y teorías principales de la Química.
	SQ2. Conocer los tres ámbitos esenciales de representación en química: el macroscópico, el nanoscópico y el simbólico; así como las conexiones entre ellos.
	SQ3. Retención de información necesaria para el pensamiento químico.
	SQ4. Conocimiento del material básico de laboratorio y de su utilidad.
HTQ Hacer/ Trabajar en Química	HTQ1. Observar, analizar situaciones y plantear problemas.
	HTQ2. Realizar cálculos y/o aplicaciones directas.
	HTQ3. Ser capaz de formular predicciones e hipótesis explicativas sobre problemas planteados, susceptibles de ser contrastados de forma experimental.
	HTQ4. Concebir estrategias para resolver problemas ante situaciones de la vida diaria.
	HTQ5. Ser capaz de diseñar experiencias y experimentos dirigidos a ahondar en el conocimiento y someter a prueba las hipótesis manejadas.
	HTQ6. Capacidad de razonamiento, análisis interpretación y argumentación en torno a fenómenos y a conocimientos científicos.
	HTQ7. Manejo simultáneo de distintos tipos de representaciones químicas (macroscópico, nanoscópico y simbólico), siendo capaz de “saltar” de unas a otras.
	HTQ8. Capacidad para buscar, analizar, sintetizar y comunicar la información.
	HTQ9. Competencia digital en el trabajo y en el aprendizaje en química.
	HTQ10. Uso de herramientas matemáticas necesarias para la resolución de problemas.
	HTQ11. Manejo del material básico de laboratorio y detalles experimentales.
	HTQ12. Capacidad para realizar estimaciones y aproximaciones.
AVQ Actitudes y valores en Química	AVQ1. Actitud de curiosidad y espíritu crítico.
	AVQ2. Valoración de la utilidad de la química para nuestras vidas y en el mundo actual.
	AVQ3. Valorar la naturaleza racional y empírica de la química.
	AVQ4. Conceptualizar el conocimiento en química como algo provisional, que puede cambiar y evolucionar con el tiempo.
	AVQ5. Concebir y aceptar el carácter limitado y aproximativo del conocimiento científico (el de la química en particular), y no como verdades absolutas.
	AVQ6. Valorar el rigor y la precisión dentro de la química.
	AVQ7. Concebir la química como una actividad colectiva dentro de la comunidad científica, más como fruto de la labor de químicos aislados.
	AVQ8. Valorar los riesgos del trabajo de laboratorio y las normas de seguridad.
	AVQ9. Comprender y ser capaz de establecer relaciones dentro del polinomio “Química-Tecnología-Sociedad”.
	AVQ10. Desarrollar actitudes responsables y acciones para un futuro sostenible.

Tabla 1. Caracterización de preguntas según aspectos evaluados de la competencia científica

Ejemplo: 04JA4 “Una bombona de butano (C_4H_{10}) contiene 12 kg de este gas. Para esta cantidad calcule: a) El número de moles de butano. b) El número de átomos de carbono y de hidrógeno. Masas atómicas: C = 12; H = 1”.	Ejemplo: 07JB2 “Para las moléculas CCl_4 , NH_3 y $BeCl_2$: a) Determine su geometría mediante la teoría de Repulsión de Pares de Electrones de la Capa de Valencia. b) ¿Qué tipo de hibridación presenta el átomo central? c) Razone si esas moléculas son polares”.
SQ1, SQ2, SQ3, HTQ2	SQ1, SQ2, HTQ6, HTQ7

Tabla 2. Ejemplos de preguntas con los códigos asignados

Aspectos evaluados	%			
	Globales	02-05	06-09	10-13
SQ1 Conocimientos de conceptos, leyes y teorías	83,2	83,3	83,3	82,8
SQ2 Significado del lenguaje químico	98,3	98,4	97,4	99,0
SQ3 Retención de información	53,0	51,6	52,1	55,2
SQ4 Conocimiento del material básico de laboratorio	1,2	1,0	1,6	1,0

Tabla 3. Porcentaje de preguntas con evaluación de facetas relacionadas con “Saber Química”

Por otra parte, algo más de la mitad de las preguntas requieren retención memorística de información, por ejemplo símbolos, valencias, números de oxidación, tabla periódica, producto iónico del agua, condiciones normales, número de Avogadro, criterio de acidez/basicidad del pH, criterio de espontaneidad, unidades, etc.

Finalmente, destaca que solo en un 1,2% de las preguntas se pide que el alumno tenga conocimiento del material básico de laboratorio, porcentaje que nos parece extraordinariamente bajo en relación a los datos restantes.

La tabla 4, por su parte, muestra la frecuencia de preguntas que evalúan aspectos sobre Hacer/Trabajar en Química (HTQ). Puede verse que, de los doce aspectos manejados, solo seis estuvieron presentes en las preguntas, concretamente: realizar cálculos y aplicaciones directas, realizar predicciones e hipótesis, analizar e interpretar situaciones o argumentar en torno a ellas, manejar distintos tipos de representaciones químicas, uso de herramientas matemáticas, y manejo adecuado de material de laboratorio.

Aspectos evaluados	%			
	Globales	02-05	06-09	10-13
HTQ2 Cálculos y/o aplicaciones directas	74,0	74,5	76,0	71,4
HTQ3 Predicciones e hipótesis	12,5	13,5	11,5	12,5
HTQ6 Análisis, interpretación, argumentación	24,8	21,9	25,0	27,6
HTQ7 Distintos tipos de representaciones	7,3	6,3	8,9	6,8
HTQ10 Uso de herramientas matemáticas	17,4	16,1	18,8	17,2
HTQ11 Manejo del material de laboratorio	1,2	1,0	1,6	1,0

Tabla 4. Porcentaje de preguntas relacionadas con facetas de “Hacer/Trabajar en Química”

Como se puede apreciar, en la mayoría de las preguntas (74%) se ven implicados cálculos y aplicaciones directas. Mientras tanto, otras destrezas se demandan en muchas menos ocasiones. Concretamente, le siguen la capacidad de razonamiento, análisis, interpretación y argumentación, con un 24,8%, y el uso de herramientas matemáticas, con un 17,4%. Y ya a mucha distancia aparece la formulación de predicciones e hipótesis (12,5%), el uso simultáneo de distintos tipos de representaciones químicas (7,3%) y el manejo del material básico de laboratorio y detalles sobre aspectos experimentales (solo el 1,2%), que parece un aspecto casi totalmente olvidado.

Se aprecia, por otra parte, una carencia total de las seis restantes subcategorías relacionadas con “Hacer/Trabajar en Química” (HTQ), que no se incluyen en la tabla 4, y de la totalidad de “Actitudes y Valores en Química (AVQ) contempladas en la tabla 1. Aunque algunas de ellas son difíciles de evaluar en una prueba escrita, como es el caso de la competencia digital (HTQ9) o la relativa a la búsqueda de información (HTQ8), sí nos parece viable otras como vincular los contenidos evaluados con situaciones de la vida diaria (HTQ4), lo que permitiría evaluar de forma indirecta la curiosidad del alumno y su interés por la Química (AVQ1, AVQ2). También sería posible plantear preguntas de diseño de experimentos para someter a prueba las hipótesis manejadas (HTQ5), de

realización de estimaciones y aproximaciones (HTQ12), de valoración de riesgos y medidas de seguridad en el laboratorio (AVQ8), o sobre naturaleza de la Química (AVQ3, AVQ4, AVQ5 y AVQ6). Así mismo sería posible y recomendable el planteamiento de preguntas sobre relaciones “Química-Tecnología-Sociedad” (AVQ9) y, particularmente, sobre medio ambiente y sostenibilidad (AVQ10).

En suma, se echan en falta preguntas sobre aspectos muy importantes de la competencia científica, concentrándose la mayoría de los evaluados en conocimientos teóricos, aplicación directa de los conocimientos aprendidos, explicar e interpretar fenómenos o situaciones, o formular hipótesis y predicciones. Sin embargo, aquellos aspectos prácticos relacionados con el trabajo experimental de laboratorio, los relacionados con el establecimiento de vínculos entre Química y vida diaria, o los que afectan a la naturaleza de la Química, se encuentran en abrumadora minoría, cuando no totalmente ausentes. Se manifiesta así planteamientos totalmente opuestos con las orientaciones CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad), que tanta importancia tienen hoy en la didáctica de las ciencias, y que se reclaman incluso desde el propio currículo oficial:

“El desarrollo de esta materia [Química] debe contribuir a [...] la familiarización con la naturaleza de la actividad científica y tecnológica [...] prestando atención a las relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, en particular a las aplicaciones de la Química, así como su presencia en la vida cotidiana, de modo que contribuya a una formación crítica del papel que la Química desarrolla en la sociedad” (MEC, 2007, p. 45451).

Entendemos por tanto, que estas ausencias son carencias importantes en estas pruebas y un aspecto a mejorar en futuras pruebas que se implanten.

Para finalizar, un aspecto a destacar es que no se apreciaron cambios con el tiempo en las competencias evaluadas, dada la estabilidad en los porcentajes que aparecen para los distintos períodos de tiempo. Los pequeños cambios y alternancias no fueron en ningún caso estadísticamente significativos (prueba del Chi cuadrado, $p > 0,05$).

CONCLUSIONES

Corroborando estudios anteriores (Franco, Oliva y Gil-Montero, 2015), en éste también hemos comprobado que las PAU de Química en la CAA presentan severos sesgos e importantes carencias, no solo en los contenidos temáticos sobre los que se evalúa y en el tipo de preguntas planteadas, como vimos entonces, sino también desde el punto de vista de los aspectos de la competencia científica que demandan.

En cuanto a la dimensión de “Saber Química”, se evalúa con suma frecuencia el significado del lenguaje químico y el conocimiento de conceptos, leyes y teorías. También en una parte de las ocasiones, las preguntas requieren retención de información. No obstante, son muy pocas las preguntas que exigen conocimiento en torno al material instrumental de laboratorio, sencillamente porque las preguntas sobre prácticas de laboratorio son extraordinariamente escasas.

Con respecto a la dimensión de “Hacer/Trabajar en Química”, solo seis aspectos, de los doce contemplados, se evalúan en las pruebas: realizar cálculos y aplicaciones directas, realizar predicciones y formular hipótesis, analizar e interpretar situaciones o argumentar en torno a ellas, manejar distintos tipos de representaciones químicas, uso de herramientas matemáticas y manejo adecuado de material de laboratorio. No obstante, prácticamente en sus tres cuartas partes, las tareas que se demandan corresponden a cálculos y aplicaciones directas de lo aprendido, y en mucha menor proporción, a la capacidad de razonamiento y análisis, la formulación de hipótesis, el manejo de distintos tipos de representaciones químicas y el uso adecuado del material de laboratorio. Justamente, en

la medida en que la tarea demandada se acerca a lo que es una actividad de indagación y de modelización en Química, la proporción de preguntas planteadas decae ostensiblemente. Incluso, algunos de los aspectos contemplados en la taxonomía empleada no aparecieron en ni una sola ocasión. Es el caso de tareas de resolución de problemas en situaciones de la vida diaria, del diseño de experiencias de contraste de hipótesis, o de realización de estimaciones y aproximaciones.

Peor aún es la situación de la evaluación de actitudes y valores en torno a la naturaleza, utilidad y limitaciones de la Química, que no son abordados de modo explícito en ninguna de las preguntas: utilidad e importancia de la Química en nuestras vidas, valoración de la naturaleza empírica de los hechos en Química y el carácter racional de sus teorías, conceptualización del conocimiento en Química como algo limitado y provisional, que puede cambiar y evolucionar con el tiempo, valoración de riesgos en el trabajo de laboratorio, etc. Ello a pesar del esencial papel que juega esta dimensión en el aprendizaje de la ciencia, en general, y de la Química, en particular.

Las conclusiones mostradas tienen importantes implicaciones en el ámbito educativo al menos en dos direcciones. La primera se refiere a la necesidad de una profunda reorientación en la naturaleza y estructura de estas pruebas, o de las que pudieran emplearse en el futuro para regular el acceso del alumnado a la Universidad o como pruebas reválida. Dado que los contenidos y el formato de las PAU condicionan la actividad docente (Banet, 2007), el desarrollo de mejores pruebas y más equilibradas, contribuirá a fomentar que esas dimensiones del aprendizaje sean más valoradas por profesores y alumnos, y también más y mejor practicadas en las clases.

La segunda implicación afecta a la formación inicial y permanente del profesorado dada la necesidad de analizar a través de ella las relaciones que se establecen entre pruebas externas, práctica docente e innovación educativa. Al lado del necesario cambio de orientación de las PAU de la que hablamos antes, resulta imprescindible atacar el problema de la inercia al cambio en la cultura docente y la resistencia a las innovaciones en la enseñanza; y ello solo es posible desde la formación del profesorado, considerando esta temática como parte del conocimiento profesional docente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banet, E. (2007). Finalidades de la educación científica en Secundaria: opinión del profesorado sobre la situación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), 5-20.
- Blanco, A., España, E. y González, F. J. (2010). Un proyecto de investigación para el fomento de la competencia científica en la educación obligatoria. In Quesada A. y Abril, A. (eds.), *Actas de los XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (pp.729-735). Jaén: Universidad de Jaén.
- Blanco-López, A., España-Ramos, E., González-García, F.J. y Franco-Mariscal, A.J. (2015). Key Aspects of Scientific Competence for Citizenship: A Delphi Study of the Expert Community in Spain. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(2), 164-198.
- Cañal, P. (2012). ¿Cómo evaluar la competencia científica? *Investigación en la Escuela*, 78, pp. 5-17.
- Cañas, A.; Lupión, T. y Nieda, J. (2014). Análisis de las pruebas de evaluación de diagnóstico de ciencias de la naturaleza de 2º de la ESO en Andalucía. *Alambique*, 76, 63-70.

- Franco, R.; Oliva, J.M^a y Gil-Montero, A. (2015). Análisis de contenido de las pruebas de acceso a la universidad en la asignatura de Química en Andalucía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 456-474. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/17602>
- Gallardo Gil, M., Mayorga Fernández, M^a.J. y Sierra Nieto, J.E. (2014). La competencia de ‘conocimiento e interacción con el mundo físico y natural’: Análisis de las pruebas de evaluación de diagnóstico de Andalucía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(2), 160-180. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10498/15973>
- Gallardo-Gil, M., Fernández-Navas, M., Sepúlveda-Ruiz, M^a.P., Serván, M^a.J., Yus, R. y Barquín, J. (2010). PISA y la competencia científica: Un análisis de las pruebas de PISA en el Área de Ciencias. *RELIEVE*, 16(2), 1-17. Recuperado de: http://www.uv.es/RELIEVE/v16n2/RELIEVEv16n2_6.htm
- Gil-Montero, A., Simonet-Morales, M., Blanco-Montilla, G. y Oliva, J.M. (2012). Analysis of Preliminary Diagnostic Tests on New Students in Scientific Degrees: a Case Study. En G. Rodríguez-Gómez (Ed.), *The Need for Educational Research to Champion Freedom, Education and Development for All*. European Conference On Educational Research (ECER), Cádiz, España.
- Harlen, W. (1989). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. MEC-Morata. Madrid.
- Hodson, D. (1996). Practical work and school science: exploring some directions for change. *International Journal of Science Education*, 18 (7), 755-760.
- Linn, M.C. (1987). Establishing a research base for science education: challenges, trends and recommendations. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(3), 191-216.
- MEC (2007). Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas. *BOE*, 266, 45381-45477. Recuperado de: <https://www.boe.es/boe/dias/2007/11/06/pdfs/A45381-45477.pdf>
- Millar, R. (1996). Towards a science curriculum for public understanding. *School Science Review*, 77, 7-18.
- Nieda, J.; Cañas, A. y Martín-Díaz, M^a.J. (2004). *Actividades para evaluar Ciencias en Secundaria*. Madrid. Aprendizaje Antonio Machado Libros.
- Pedrinaci, E.; Caamaño, A.; Cañal, P. y Pro, A. (2012). La evaluación de la competencia científica requiere nuevas formas de evaluar los aprendizajes. En Pedrinaci, E. (coord.), *11 ideas clave: El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó.
- Pro, A. (2012). Hacia la competencia científica. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 5-8.
- Smith, K.C., Nakhleh, M.B. y Bretz, S.L. (2010). An expanded Framework for analyzing general chemistry exams. *Chemistry Education Research and Practice*, 11, 147-153.
- Vázquez-Alonso, A., Acevedo-Díaz, J.A. y Massanero, M.A. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2). Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART5_Vol4_N2.pdf.

Elaboración de Actividades Educativas para la Evolución y Mejora de los Conocimientos Previos Afectivo-Sexuales de los Estudiantes de una Institución Penal Española

Pozo, A., Cubero, J., Calderón, M., Melo, L. V., Ruiz, C.

Laboratorio de Educación para la Salud. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Extremadura, Badajoz.

apozotamayo@hotmail.com.

RESUMEN

Los conocimientos previos son estructuras cognitivas que ejercen una función esencial en el proceso de enseñanza/aprendizaje. El objetivo de esta investigación fue diseñar una serie de actividades y detectar su influencia en la evolución y/o mejora de los conocimientos previos afectivo-sexuales. Para ello, se usó una metodología cualitativa, basada en una investigación por cuestionario, desarrollada con los estudiantes del 2º curso de Bachillerato de una institución penitenciaria española. Los resultados muestran diferencias en estos contenidos de Educación para la Salud según la modalidad de Bachillerato cursada, el género y la edad de la población a estudio (antes de la implementación de las actividades); concluyéndose que las causas de la evolución de tales conocimientos (después de la implementación) son el cambio de la actitud del alumnado hacia el aprendizaje del contenido y el uso de diferentes recursos empleados en tales actividades, obteniéndose así una mejora del proceso educativo.

Palabras clave

Educación Afectivo-Sexual, ideas previas, propuesta didáctica.

OBJETIVOS

- 1) Mejorar los conocimientos previos afectivo-sexuales del alumnado del 2º curso de Bachillerato del Centro Penitenciario de Badajoz a través del diseño e implementación de actividades educativas.
- 2) Detectar si existe relación entre las tres variables de la investigación (modalidad de Bachillerato cursada, género y edad) y los conocimientos afectivo-sexuales del alumnado sometido a estudio.
- 3) Comprobar la validez de las actividades diseñadas en Educación Afectivo-Sexual para la evolución y/o mejora de los conocimientos previos de los estudiantes-reclusos pacenses.

MARCO TEÓRICO

Cuando los estudiantes afrontan el aprendizaje de nuevos contenidos no tienen un total desconocimiento de ellos. A través de diversas fuentes reciben información y construyen sus propias concepciones que no siempre son científicamente correctas (Cubero, Cañada, Costillo, Calderón y Ruiz, 2012). Al estar arraigadas en el alumnado es importante considerar el papel que estos conocimientos previos ejercen en la asimilación de los

conocimientos ratificados por la Ciencia. Tener en cuenta estos conocimientos para construir los nuevos implica hablar de la teoría constructivista, en la que el profesor pasa de ser el experto que tiene el saber a ser un facilitador del aprendizaje. El constructivismo se refiere a cómo aprendemos y a la forma en que se construyen ideas sobre cómo funciona el mundo. En cualquier nivel educativo hay que tener en cuenta lo que el alumno ya sabe sobre lo que vamos a enseñarle, ya que el nuevo conocimiento se asentará sobre el existente (Miras, 2002).

La Educación para la Salud (EpS) informa, motiva y ayuda a la población a adoptar un estilo de vida saludable y persigue la combinación de actividades educativas que lleven a las personas el desear estar sanas (Gavidia, Rodes y Carratalá, 1993). Los profesionales de la EpS deben utilizar estrategias adecuadas para valorar y evaluar los conocimientos de los discentes, tales como un cuestionario.

Es necesario reflexionar sobre el origen de los obstáculos en el aprendizaje de esta materia y proponer metodologías innovadoras y efectivas en la Enseñanza de las Ciencias (Barella *et al.*, 2002). Partiendo de esos conocimientos de los discentes, los profesores deben construir o modificar sus actividades educativas con la finalidad de que la calidad del proceso de enseñanza/aprendizaje sea la máxima posible (Larson, 2015). Estas actividades deben contemplar los contenidos de la propia disciplina del trabajo (en la presente investigación, de EpS) y los contenidos específicos del área a trabajar (en nuestro caso, de Educación Afectivo-Sexual). Además, estas actividades deben ser innovadoras, motivadoras para el alumnado y transmitir la funcionalidad que tiene la adquisición de dichos contenidos para su vida cotidiana y su aplicación práctica. Un aspecto importante que se debe tener en consideración es que deben estar adaptadas al nivel educativo/académico del alumnado al que se dirige y en su realización la figura del profesor pasa por ser un guía del proceso de resolución de la misma, mostrando un talante asertivo y empático con el colectivo al que van dirigidas (Smith, 2015).

Munive, Vásques y Gálvez (2004) consideran que una alternativa del proceso de enseñanza de estos contenidos afectivo-sexuales es organizar las actividades tratando de presentar problemas abiertos que tengan implicaciones sociales. La solución de problemas es un contenido procedimental que consiste en saber hacer algo o aplicar algo (conceptos nuevos que se adquieren) y no sólo saber decirlo o comprenderlo, pero no puede desvincularse de los contenidos conceptuales y actitudinales. Por esta razón constituye una estrategia muy apropiada si lo que se pretende es integrar las tres dimensiones de los contenidos, vincular los distintos espacios curriculares, contribuir al logro de aprendizajes significativos y favorecer su transferencia al análisis y a la resolución de distintas situaciones donde puedan ser aplicadas.

Al presentar una tarea abierta y, por tanto, que pueda ser resuelta de varias formas y con técnicas procedimentales diversas, potenciará que el alumno deba buscar respuestas sin conocer exactamente los medios para alcanzarla. De esta forma se puede interesar ante el desafío de encontrar la solución adecuada y desarrollará potencialidades que no sólo dependerán de la propia naturaleza de las actividades planteadas sino también de sus planteamientos, es decir, de su protagonismo en dichas actividades. Además, les permitirán el uso selectivo de los propios recursos y capacidades disponibles, la contrastación de sus criterios, la elaboración de sus conclusiones y la realización de juicios críticos con sus hábitos sexuales, contribuyendo al desarrollo de sus propias capacidades (Callejas, Fernández, Méndez, León, Fábrega, Villarín, Rodríguez, de Quirós, Fortuny, López y Fernández, 2005).

Una vez diseñadas e implementadas con el alumnado, el siguiente paso es analizarlas y evaluarlas con el fin de que su efectividad sea la máxima posible. Para poder conseguirlo, se hace necesario establecer una serie de categorías bien definidas basadas en los aspectos que las definen e identifican, tales como la metodología empleada, el papel que han tenido el docente y el alumnado durante el desarrollo de las mismas, resaltar las mejoras conceptuales resultantes, diagnosticar la repercusión en las calificaciones y/o evaluaciones de los discentes, etc. Para ello se hace necesario establecer y delimitar, previamente, una serie de variables que caractericen a la población que se somete a estudio. Dichas variables deben estar bien concretizadas y relacionadas con los objetivos y finalidades que se persiguen con las actividades que se plantean en el aula (Yakovlevich, 2014).

METODOLOGÍA

En este trabajo descriptivo/exploratorio se ha realizado un tipo de investigación cualitativa basada en una investigación por cuestionario con una muestra seleccionada por conveniencia.

Población a estudio

Para realizar la investigación se seleccionó el Centro Penitenciario de Badajoz (España) por gozar de una gran diversidad al contar con alumnado de diferente edad, nivel socio-cultural, origen geográfico, género y tendencia sexual. Se escogió el curso de 2º de Bachillerato debido a que, tal y como marca el actual currículo de Educación Secundaria Postobligatoria, el alumnado de esta etapa educativa debe tener asimilados los conceptos que se utilizan en este estudio. De los 803 reclusos internos en la institución penal extremeña, se contó con un total de 30 estudiantes sanos, 15 de los cuales cursaban el Bachillerato de Humanidades y los 15 restantes el de Ciencias; 15 eran hombres y 15 mujeres; y 10 tenían una edad comprendida entre los 18 y los 27 años, 10 entre 28 y 37 años y 10 entre 38 y 47 años.

Diseño de las actividades

Para diseñar las actividades se siguieron las pautas establecidas por otros investigadores (Callejas *et al.*, 2005; Larson, 2015; Munive *et al.*, 2004; Smith, 2015), de forma que se crearon actividades de inicio, de desarrollo y de cierre.

Así, fueron elaboradas cinco actividades (Tabla 1) siguiendo las premisas (objetivos, contenidos, competencias básicas, temas transversales, criterios de evaluación, etc.) marcadas en el actual Currículo de Educación Secundaria Postobligatoria (Decreto 127/2015, de 26 de mayo, por el que se establece el currículo de Educación Secundaria Obligatoria y de Bachillerato para la Comunidad Autónoma de Extremadura). La primera se orientó hacia la detección de los conocimientos previos afectivo-sexuales (actividad de inicio) y las tres siguientes hacia el desarrollo de los contenidos investigados. Finalmente, la quinta fue una actividad final, o de cierre, que consistió en la cumplimentación del cuestionario para evaluar la calidad de las actividades por parte del alumnado sometido a estudio.

1. Actividad de inicio: Cumplimentación de un pretest de diagnóstico de los conocimientos previos afectivo-sexuales (sobre anatomía y fisiología del aparato reproductor femenino y masculino, métodos anticonceptivos y su uso en la prevención de embarazos no deseados e infecciones de transmisión sexual (ITS) y hábitos saludables para prevenirlas) diseñado por Pozo, Cubero y Ruiz (2014) y análisis posterior

5. Actividad de cierre: Cumplimentación del cuestionario inicial (postest) de la actividad 1 y análisis de la evolución de los conocimientos previos. Cumplimentación de un cuestionario sobre la validez de las actividades educativas en el proceso de evolución, cambio y/o mejora de los conocimientos previos afectivo-sexuales (Anexo I) y posterior análisis por parte del investigador

3. Actividad de desarrollo: Charla por los profesionales sanitarios del Centro Penitenciario y de Cruz Roja Española sobre la importancia del uso del preservativo y otros métodos anticonceptivos para prevenir embarazos no deseados e infecciones de transmisión sexual en el *vis a vis*. En ella se incidirá en cómo se debe colocar el preservativo masculino y femenino usando un pene clástico -en el caso de la versión masculina- y proyección de un vídeo de 5 minutos -para la versión femenina-. Posterior lectura y debate colectivo del siguiente artículo periodístico

Crece el número de embarazos no deseados entre adolescentes

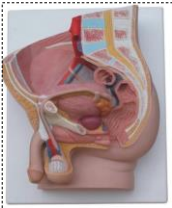
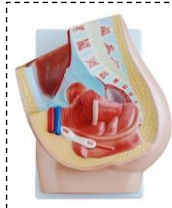
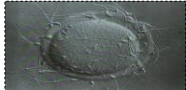

UN 40% RECONOCE QUE NO UTILIZA UN MÉTODO ANTICONCEPTIVO EN TODAS SUS RELACIONES SEXUALES

Crean no deseados en adolescentes es un tema que afecta cada año a más de 10 millones de mujeres menores de 20 años de todo el mundo. En España, solo en 2005, más de 25.000 jóvenes menores de 20 años se quedaron embarazadas, casi un 30% más que en 1997, año en el que esta cifra empezó a aumentar de forma paulatina en nuestro país. Y es que, aunque pueda parecer contradictorio, actualmente, con toda la información a su disposición, con los métodos anticonceptivos más seguros y con muchos

Según la 2ª Encuesta Digna de Sexualidad y Anticoncepción (Jóvenes de entre 15 y 24 años) llevada a cabo por el INEC, los métodos anticonceptivos, mayoritariamente el preservativo, pero a la hora de la verdad un 40% de ellos reconoce también que no lo usa en todas sus relaciones sexuales. Según el estudio Síntesis con Sexo 2005 los jóvenes siguen pensando que "por una vez no pasa nada" y reconocen que la desprotección y el uso del momento les lleva a no utilizar siempre protección anticonceptiva.

anticonceptivos disponibles, es que, sobre todo la primera vez, tienen mucho poco sobre los chicos normales no así: El que chocan con todos los mensajes que las instituciones están elaborando por hacer llegar a los más jóvenes. Frente al conocido "¡híjole, póntele!" los amigos o amigos respites sin cesar frases como "hazlo con preservativo no es hacerlo del todo", "si lo pones usar un preservativo es que no confías plenamente en él" o "las relaciones han de ser espontáneas y con un preservativo no lo es".

2. Actividad de desarrollo: Organizada la clase en 2 grupos, recabar información (usando los modelos clásticos y las preparaciones microscópicas de óvulo y espermatozoides del laboratorio) sobre el nombre, estructura y función de los órganos sexuales y del espermatozoide y óvulo. Durante la exposición, los alumnos restantes deben intervenir con preguntas (consideradas como actividades de ampliación y de refuerzo), adicionando información útil, que deben ser contestadas por los discentes

4. Actividad de desarrollo: Con ayuda de las TICs, completar la siguiente tabla sobre las ITS, el microorganismo que las produce y la sintomatología que generan

ITS	Microorganismo	Sintomatología
Gonorrea	<i>Phthirus</i>	Inflamación ganglios inguinales
Sífilis	<i>VPH</i>	Debilitación sistema inmune
Pediculosis púbica	<i>VHS</i>	Molestias en la uretra
Papiloma humano	<i>Troponema</i>	Presencia de úlceras genitales
Linfogranuloma	<i>VIH</i>	Picor intenso y enrojecimiento piel
SIDA	<i>Chlamydia</i>	Ampollas genitales
Herpes genital	<i>Neisseria sp.</i>	Cáncer del cérvix

Identificar el nombre del microorganismo y el tipo de infección sexual de las preparaciones microscópicas:
















Tabla 1. Actividades de Educación Afectivo-Sexual elaboradas en la investigación

Instrumento de medición (actividad de cierre)

Siguiendo las recomendaciones de otros autores (Callejas *et al.*, 2005; Munive *et al.*, 2004; Yakovlevich, 2004), se optó por realizar un cuestionario con dos preguntas abiertas, de forma que los estudiantes fueran los protagonistas finales a la hora de evaluar las actividades diseñadas. Una vez seleccionado el instrumento, la siguiente fase fue

diseñarlo y elaborarlo. Para evitar errores en su confección, fueron seguidas todas las premisas expuestas por Warwick y Lininger (1975).

Además, en el desarrollo de las preguntas que se iban a formular se tuvieron en cuenta los aspectos más relevantes de las actividades que se pretendía que fueran evaluados por el alumnado, es decir, que fuesen preguntas que dieran pie a hablar sobre la componente afectiva en la realización de las actividades (tanto del alumnado como del profesorado), del proceso de aprendizaje (cómo evolucionó, si se reafirmó en lo que ya se conocía previamente, etc.), de la evaluación, de la metodología usada (papel del profesor y del alumno, recursos usados, etc.), y del proceso de cambio-mejora de los conocimientos.

Una vez diseñadas las preguntas, el siguiente paso fue establecer el encabezamiento del cuestionario, el cual incluyó los datos personales del alumnado con el fin de categorizarlos según las tres variables de la investigación. Una vez diseñado, se envió a cuatro expertos en Didáctica de las Ciencias Experimentales y en EpS para que lo validasen. Tras ser validado fue pasado a otros sujetos con características similares a las de los estudiantes de esta investigación para mejorar aquellos aspectos que fueran necesarios. El resultado final fue el cuestionario que se adjunta al final (Anexo I).

Por otro lado, se utilizó el cuestionario diseñado por Pozo *et al.* (2014) para la detección de los conocimientos previos afectivo-sexuales de los educandos (pretest) y este mismo instrumento fue usado para comprobar la mejora conceptual una vez finalizada la implementación de las actividades (postest).

Análisis de los datos

Una vez cumplimentado el cuestionario, éste fue analizado cualitativamente mediante el *software* NVivo 10 para Windows. Las respuestas dadas por los estudiantes quedaron enmarcadas en las siguientes categorías y subcategorías (Tabla 2):

Categorías	Subcategorías
Afectividad	Actitud del alumno hacia el aprendizaje del contenido
	Actitud del profesor frente a las dificultades de los estudiantes
Aprendizaje	Errores del conocimiento
	Evolución-cambio-mejora en el aprendizaje
	Reafirmar lo que se conoce
Evaluación	Mejora en las calificaciones
	Menor esfuerzo en preparar exámenes
Metodología	Cambio del rol del profesor
	Cambio del rol del estudiante
	Uso de diferentes recursos
	Consideración de los conocimientos de los alumnos
Contenido (Conocimientos Afectivo-Sexuales)	Anatomía y fisiología del aparato reproductor femenino
	Anatomía y fisiología del aparato reproductor masculino
	Métodos anticonceptivos/prevención embarazos no deseados
	ITS y hábitos saludables para prevenirlos

Tabla 2. Categorías y subcategorías usadas en el análisis de las actividades afectivo-sexuales

A partir de este proceso de categorización, con el *software* anteriormente mencionado, se obtuvieron los resultados cualitativos, es decir, las frecuencias y porcentajes de cada una de las categorías y subcategorías según las tres variables de la investigación. Fue estipulado como valor crítico que las frecuencias fueran iguales o superiores a 0,60.

Implementación de la intervención educativa

Para implementar la intervención se utilizó un total de seis sesiones, distribuidas en 2 horas por semana. Se llevó a cabo de forma conjunta con las dos clases de Bachillerato que fueron fusionadas durante estas horas para evitar diferencias a la hora de desarrollar las actividades. La primera sesión fue de diagnóstico de los conocimientos, utilizando el pretest de Pozo *et al.* (2014). Las siguientes tres sesiones abarcaron las actividades de desarrollo. En la cuarta sesión se procedió a realizar una actividad de recapitulación. En la última sesión de cierre se procedió a pasar el postest para comprobar la mejora conceptual y si se había producido un aprendizaje significativo. Además, el investigador informó a los estudiantes sobre los objetivos, la metodología a emplear, los contenidos a trabajar y la evaluación de las actividades. También se recogió un formulario en el que los estudiantes daban su consentimiento de participación voluntaria en la investigación.

RESULTADOS

Los estudiantes consideran que la actitud del alumno hacia el aprendizaje del contenido y que el uso de diferentes recursos promueve la evolución y/o mejora en el aprendizaje de los contenidos investigados (Figura 1).

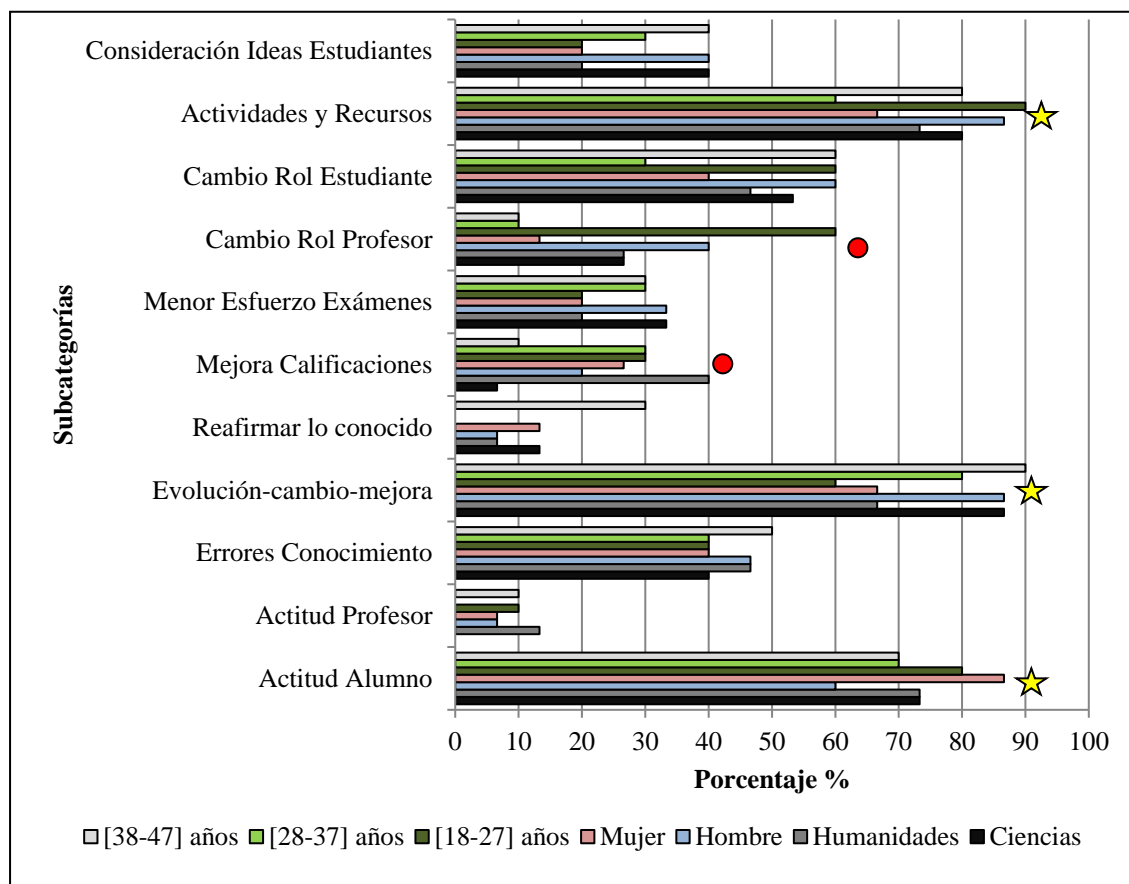


Figura 1. Porcentajes de cada una de las categorías y subcategorías según las tres variables de la investigación ($n=30$; ★ categorías con porcentajes superiores al 60%; ● categorías con diferencias entre los grupos según las variables)

Según la modalidad de Bachillerato, el 40% de los estudiantes de Humanidades consideran que las actividades ayudan a mejorar las calificaciones en las evaluaciones, algo que no acontece con los reclusos de Ciencias, para los cuales el porcentaje es de un 6,6%. Del mismo modo, el 60% de los estudiantes con edades comprendidas entre los 18

y los 27 años consideran que el cambio del rol del profesor durante las actividades promueve dicho cambio conceptual, mientras que los porcentajes para los otros dos grupos etarios son inferiores al 50%.

Respecto a la categoría del contenido (conocimientos en Educación Afectivo-Sexual), los estudiantes manifiestan en un 73,3% que los conocimientos que evolucionan y/o mejoran son los referentes a los métodos anticonceptivos y su uso en la prevención de los posibles embarazos no deseados. Además, según el género de los encuestados, los hombres afirman en un 73,3% que mejoran sus conocimientos sobre la anatomía y la fisiología del aparato reproductor femenino y las mujeres sobre los conceptos anatómicos y fisiológicos del aparato reproductor masculino en un 53,3% (Figura 2).

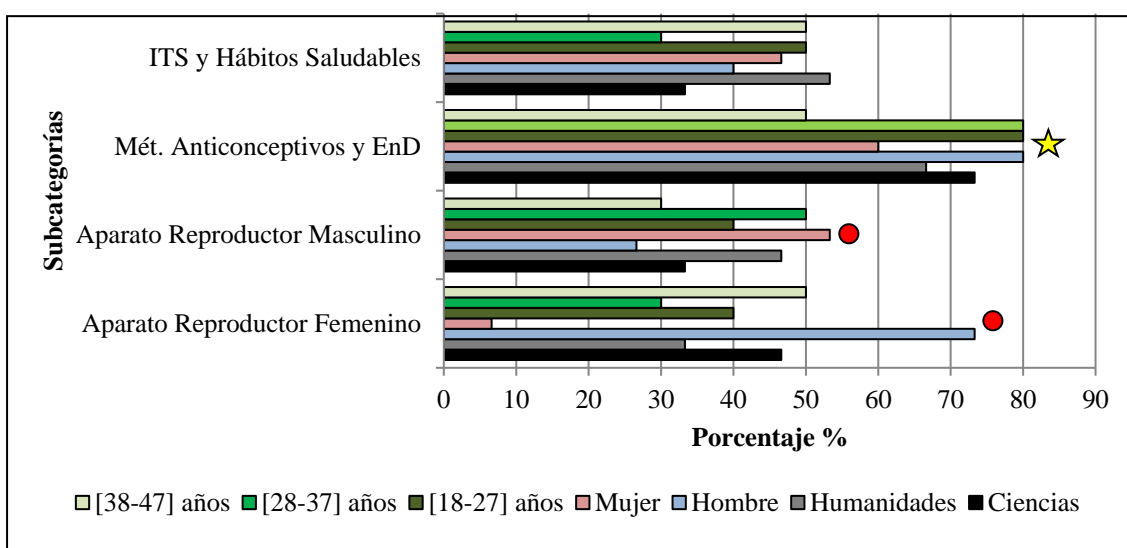


Figura 2. Porcentajes de la categoría contenidos en Educación Afectivo-Sexual según las tres variables de la investigación (n=30; ★ subcategorías con porcentajes superiores al 60%; ● subcategorías con diferencias entre los grupos según las variables)

CONCLUSIONES

- 1) Las actividades elaboradas permiten mejorar los conocimientos previos de los estudiantes-reclusos de la Institución Penal pacense (objetivo 1).
- 2) La modalidad de Bachillerato, el género y la edad influyen en los conocimientos previos afectivo-sexuales, de forma que el alumnado converge en que las actividades ayudan a mejorar sus conocimientos sobre los métodos anticonceptivos y su uso preventivo de embarazos no deseados. Según el género, los hombres consideran que mejoran también los conceptos anatómicos y fisiológicos del aparato reproductor femenino y las mujeres sobre el masculino (objetivo 2).
- 3) Se ha producido un proceso de evolución y/o mejora en el aprendizaje debido a que en las actividades se usaron diferentes recursos y a la actitud manifestada por los discentes hacia el aprendizaje. Además, según el Bachillerato cursado, los estudiantes de Humanidades consideran que las actividades ayudan a mejorar sus calificaciones en las evaluaciones. Según la variable edad, los estudiantes de 18 a 27 años estipulan que el proceso de mejora se debe también al cambio del rol del profesor (objetivo 3).

BIBLIOGRAFÍA

- Barella, J. L., Mesa, I. y Cobeña, M. (2002). Conocimientos y actitudes sobre sexualidad de los adolescentes de nuestro entorno. *Medicina de Familia*, 4, 255-260.
- Callejas, S., Fernández, B., Méndez, P., León, M. T., Fábrega, C., Villarín, A., Rodríguez, O., de Quirós, R. B., Fortuny, A., López, F. y Fernández, O. (2005). Intervención educativa para la prevención de embarazos no deseados y enfermedades de transmisión sexual en adolescentes de la ciudad de Toledo. *Revista Española de Salud Pública*, 79(5), 581-589.
- Cubero, J., Cañada, F., Costillo, E., Calderón, M. A. y Ruiz, C. (2012). Análisis del origen de concepciones alternativas entre los conceptos de aparato y sistema en anatomía y fisiología. *Revista de Educación en Biología*, 12, 16-31.
- Gavidia, V., Rodes, M. J. y Carratalá, A. (1993). La Educación para la Salud: Una propuesta fundamentada desde el campo de la docencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 289-296.
- Larson, A. (2015). Teaching biology in a maximum-security prison unit. En *2015 AAAS Annual Meeting*.
- Miras, M. (2002). Un punto de partida para el aprendizaje de nuevos contenidos: Los conocimientos previos. En Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I. y Zabala, A. (Ed.), *El constructivismo en el aula*. Barcelona, España: Editorial Graó.
- Munive, E. J., Vásquez, M. M. y Gálvez, R. O. (2004). Comunicación, participación y salud sexual y reproductiva de los adolescentes: reflexiones metodológicas desde la perspectiva de comunicación para el cambio social. *Investigación y Desarrollo: Revista del Centro de Investigaciones en Desarrollo Humano*, 12(1), 78-107.
- Pozo, A., Cubero, J. y Ruiz, C. (2014). Elaboración de cuestionarios para la detección de conocimientos previos en educación para la salud, sexualidad y nutrición de un grupo de estudiantes de secundaria de un centro penitenciario español. *Revista de Educación Campo Abierto*, 33(2), 43-64.
- Smith, B. (2015). The existence of a hidden curriculum in sex and relationships education in secondary schools. *British Education Studies Association Journals*, 1(1), 42-55.
- Warwick, D. P. y Lininger, C. (1975). *The sample survey: Theory and practice*. Nueva York, NY: McGraw-Hill.
- Yakovlevich, V. (2014). Opposition variables as a tool of qualitative analysis. *World Applied Sciences Journal*, 30(11), 1703-1706.

ANEXO I

** Cuestionario sobre las actividades educativas en Educación Afectivo-Sexual **

Nombre y apellidos: _____

Género: Hombre Mujer Edad: _____ años.

Curso: 2º de Bachillerato Modalidad: Ciencias Humanidades

1. ¿Considera que las actividades educativas de Educación Afectivo-Sexual fueron válidas para mejorar sus conocimientos previos? ¿Por qué?

2. Indique cuáles fueron los conocimientos que mejoraron (en caso de haber respondido afirmativamente a la primera cuestión) o no mejoraron (en caso de haber respondido negativamente a la primera cuestión planteada).

Hábitos de alimentación en Educación Infantil.

Las meriendas escolares

Rivadulla-López, J. C., Martínez-Losada, C., Sanjurjo-Arcay, A.

Departamento de Pedagogía e Didáctica. Universidade da Coruña

juan.rivadulla@udc.gal

RESUMEN

En la Educación Infantil el alumnado adquiere y consolida determinadas conductas que marcan sus comportamientos como adultos; entre ellas, las relacionadas con la alimentación, de gran importancia por su repercusión sobre la salud. A través de este trabajo se analizan las meriendas que 75 niños/as del primer curso de Educación Infantil llevan a la escuela, con el fin de establecer una serie de pautas y recomendaciones finales dirigidas a la escuela y a las familias para promover hábitos saludables desde la infancia. Los resultados muestran que la mayoría de los alumnos solo toma un tipo de alimentos en sus meriendas escolares. Estos datos hacen ver que desde la escuela se deben trabajar en mayor profundidad los hábitos de alimentación, siendo imprescindible realizarlo en cooperación con las familias, por lo cual se proponen a modo de ejemplo unas actividades que pueden llevarse a cabo en el marco de la escuela.

Palabras clave

Educación Infantil, alimentación, meriendas escolares, hábitos saludables, Educación para la salud.

INTRODUCCIÓN

La educación para la salud surge para mejorar la vida de las personas, ayudándoles a gestionar su salud a la vez que promueve cambios ambientales adecuados y la práctica de actividades que proporcionen una vida más saludable (Rodríguez y Calvo, 2010). De hecho, ha ido adquiriendo cada vez más relevancia en los programas institucionales orientados a promover un mayor nivel de salud en la población. Por tanto, la promoción de la salud, además de ocuparse de promover el desarrollo de las habilidades individuales y la capacidad de la persona para influir sobre los factores que determinan su salud, también incluye la intervención sobre el entorno, tanto para reforzar los factores que contribuyen al desarrollo de estilos de vida saludables, como para modificar aquellos que impiden ponerlos en práctica (Sierra y Torrecusa, 2008).

La Educación Infantil es uno de los niveles de enseñanza al que la investigación educativa tradicionalmente ha prestado menor atención, a pesar de constituir una etapa fundamental en el desarrollo de los escolares en sus dimensiones afectiva, social, intelectual... Durante el paso por esta etapa se construyen los cimientos del alumnado en cuanto a la socialización, la personalidad y la salud. La Educación Infantil será, por tanto, un periodo decisivo para que los niños adquieran unos hábitos saludables y no contraigan enfermedades, ya que, como señala Fuster (2010), muchas de ellas están directamente relacionadas con factores de riesgo que se pueden prevenir con el desarrollo de dichos hábitos, los cuales deben adoptarse antes de que aparezcan diferentes problemas.

Por tal motivo, con la intención de seguir profundizando en los hábitos saludables del alumnado, en este estudio hemos elegido la alimentación como núcleo de estudio, pues

es un tópico científico que se incluye como objeto de aprendizaje reiterado a lo largo de la educación obligatoria, sobre el que los alumnos suelen tener conocimientos restringidos (Banet, 2001; Núñez, Mazzitelli y Vázquez, 2007) o mantener hábitos inadecuados (Rivarosa y De Longhi, 2006; Banet y López, 2010). En general, aunque los niños valoran positivamente la verdura, seguida de carne y pescado, y negativamente los dulces o las grasas y derivados cárnicos, porque tienen colesterol, engordan o tienen grasas (Membiela y Cid, 1998), la mayoría reconoce: a) un excesivo consumo de carne, embutidos, golosinas y alimentos procesados (comida rápida); b) un consumo de leche, fruta, verduras, pescado y legumbres por debajo de las recomendaciones (Pérula de Torres et al., 1998; Banet y López, 2010); y c) una tendencia a la desaparición de menús elaborados por sus padres/madres, etc., en la cena (Núñez y Banet, 2000). En un estudio realizado por Banet y López (2010), se detecta que pocos niños realizan un desayuno saludable, no identifican la dieta equilibrada con los alimentos adecuados, le dan importancia a la leche en el desayuno, pero no a la fruta, que tiene una frecuencia de consumo escasa. Y en el recreo la mitad dice que se debe de tomar dos o tres alimentos energéticos (bocadillo, galletas...).

Los hábitos alimentarios suelen surgir en la familia por imitación, se modifican en contacto con el medio escolar y social, y evolucionan a lo largo de la vida por motivos sanitarios, sociales, económicos, estéticos, publicitarios o de adscripción a un grupo (vegetarianismo, por ejemplo). Nos acompañan a lo largo de la vida y, si son adecuados, contribuyen a mantener nuestra salud (Montes, 2010). Así, los menús de estas edades deben contener todos los grupos de alimentos que conforman la pirámide alimenticia, que representa la proporción que deben guardar los alimentos y la dieta y, por tanto la cantidad y frecuencia de su consumo. La base de la pirámide y las zonas cercanas a ella, la constituyen aquellos alimentos que son indispensables para el correcto funcionamiento del organismo, estando en la cúspide aquellos que hay que consumir de manera moderada, tales como bebidas estimulantes y dulces (Carrillo, 2009). Concretamente, el desayuno es una de las comidas más importantes del día y debe proporcionar los nutrientes necesarios para optimizar las capacidades de los escolares (Herrero y Fillat, 2006; Galiano y Moreno, 2010), en unos momentos en los que las actividades intelectuales y físicas suelen ser particularmente intensas (de aprendizaje, deportivas, juegos...). Los expertos recomiendan que el desayuno debe ser variado, con el fin de garantizar un mejor equilibrio en las aportaciones de nutrientes (proteínas, vitaminas, minerales y fibra) necesarios a lo largo del día y un reparto armónico de los mismos (Banet y López, 2010). Así, en la hora del recreo, los escolares deberían consumir una pieza de fruta, un lácteo y un cereal, variando con frecuencia para incluir todos los nutrientes y disfrutar de variedad y equilibrio (Roig, 2011).

En la Educación Infantil es conveniente que se comience conociendo los distintos grupos de alimentos existentes, el origen de cada uno, su elaboración, manipulación, fomentado un consumo adecuado a la edad y necesidades del alumnado y sus familias. Durante el transcurso de esta etapa educativa, el alumnado no solo irá adquiriendo diversas capacidades promovidas por el conocimiento didáctico del contenido, sino también un desarrollo adecuado del equilibrio personal y social. Ya en la Educación Primaria se reforzarán dichos contenidos a través de procedimientos y actitudes más adaptadas a la edad (Montes, 2010).

En concreto, a través de este trabajo pretendemos conocer y analizar los tipos de alimentos que ingieren los alumnos de Educación Infantil a la hora de la merienda (media mañana) y establecer categorías según las meriendas que lleven a la escuela. Teniendo en cuenta los resultados, se pretenden aportar recomendaciones para mejorar su alimentación.

METODOLOGÍA

En este estudio han participado 75 alumnos del primer curso de infantil (3-4 años de edad). Concretamente, el alumnado pertenecía a tres aulas distintas (25 niños por cada una) de un centro educativo situado en una zona urbana de la ciudad de A Coruña.

La técnica empleada para la recogida de datos ha sido la observación directa, pues permite obtener directamente los datos que se desean, interpretándolos mentalmente y de manera rápida, así como analizar la información desde una perspectiva globalizada y sin ningún tipo de intervención exterior (Parra Ortiz, 2011). Los datos obtenidos han sido recogidos en tablas de registro individuales para cada alumno con el fin de facilitar el posterior análisis de los resultados.

De acuerdo con los alimentos consumidos por el alumnado, se ha tomado como referencia la pirámide alimenticia para establecer su clasificación (Amigo, 2008), y en base a la cual se realizarán los diferentes análisis:

- Nivel 1 de la pirámide: alimentos energéticos (pan, cereales, tortitas de maíz).
- Nivel 2 de la pirámide: alimentos reguladores (frutas y zumos).
- Nivel 3 de la pirámide: alimentos plásticos (lácteos, embutidos y frutos secos).
- Nivel 4 de la pirámide: alimentos grasos (grasas y dulces industriales).

Además, se realiza una clasificación de las meriendas de más a menos saludables, teniendo en cuenta los alimentos ingeridos. Así, como merienda más saludable se encontrarían aquellas en las que el alumno ingiere alimentos del nivel 3, 2 y 1 de la pirámide de alimentos; por el contrario, como merienda nada saludable estaría aquella en la que solo ingieren alimentos del nivel 4, o no ingieren ningún tipo de alimento.

RESULTADOS

El análisis global de los alimentos consumidos por el alumnado durante los cinco días que ha durado la observación muestra que la mayoría ingiere alimentos pertenecientes al nivel 3 de la pirámide (lácteos y el fiambre), puesto que lo hacen 210 veces. A continuación, se encuentran aquellos productos con un elevado contenido en aceites y azúcares (nivel 4), los cuales han sido consumidos 192 veces. También se observa que los cereales y/o derivados (nivel 1) no han tenido una gran presencia en las meriendas de los alumnos (153 veces a lo largo de toda la observación), a pesar de ser el grupo de alimentos que se deben consumir a diario y en mayor proporción. Finalmente, se puede comprobar que la cifra más baja (87) se corresponde con el número de veces que han sido ingeridos alimentos del nivel 2 de la pirámide, que en este caso serían frutas y/o frutos secos.

Más concretamente, analizando la frecuencia con la que el alumnado lleva a la escuela alimentos de los cuatro niveles (Figura 1), se observa que del nivel 1 la mayoría nunca lleva alimentos (37,3%), aunque un porcentaje elevado sí lleva alimentos durante los cinco días (24%). Referente al nivel 2, más de la mitad del alumnado (54,7%) tampoco lleva nunca alimentos a la escuela; y los que sí llevan, lo hacen sobre todo durante dos días (13,3%) o 1 (12%). En cuanto al nivel 3, la mayoría del alumnado lleva alimentos durante los cinco días (33,3%). Finalmente, en referencia a los alumnos que llevan alimentos del nivel 4, la mayoría también lo hace durante cinco días (26,7%), aunque un porcentaje similar no lo hace nunca (24%).

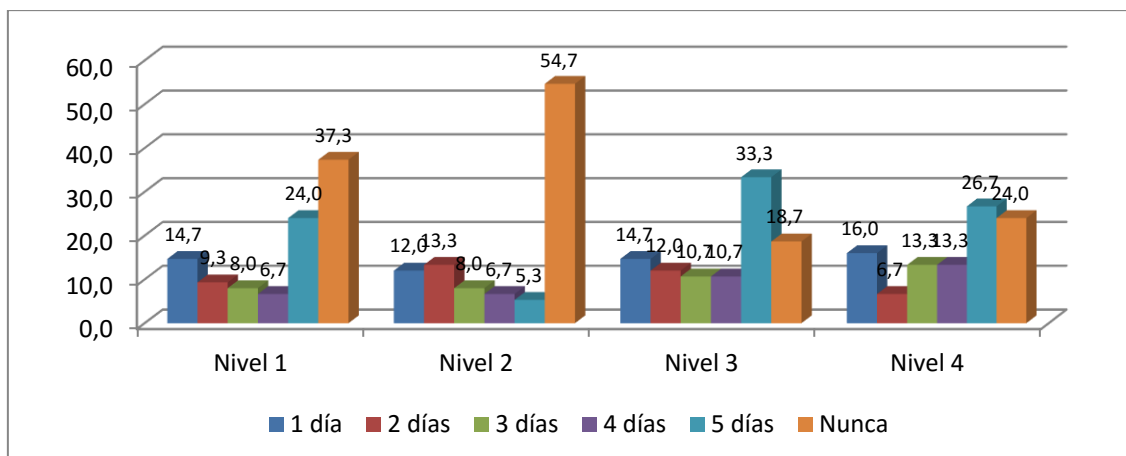


Figura 1. Frecuencia con la que el alumnado consume alimentos de cada nivel de la pirámide.

Más concretamente, teniendo en cuenta el nivel de la pirámide al que pertenecen los alimentos ingeridos por el alumnado en sus meriendas a lo largo de los cinco días de observación, se realiza una clasificación de éstas de más a menos saludables (Tabla 1). Así, todos los alumnos toman el mismo tipo de merienda más de tres días, excepto uno cuya merienda es más variada pues solamente ingiere el mismo tipo de merienda dos veces a la semana. La merienda más habitual es la de tipo III (merienda poco saludable), en la que los alumnos solo toman un tipo de alimentos cada día (72%), y, aunque en mucha menor medida, también se puede considerar habitual la merienda que tiene dos tipos de alimentos (II. Merienda con alguna carencia) (20%). Afortunadamente son muy pocos los alumnos que tienen una merienda exclusivamente centrada en alimentos grasos (bollería industrial) o que no llevan ningún tipo de merienda (IV. Muy poco saludable) (6.67%).

Cabe destacar que la merienda saludable (tipo I) no es frecuente porque ningún alumno la toma más de 3 días a la semana y los que toman esta merienda en alguna ocasión lo hacen solo un día (4 alumnos) o dos días (1 alumno).

	Variedad de alimentos	Participantes (n=75)
I. Merienda saludable	Plásticos, reguladores y energéticos	--
II. Merienda con alguna carencia	Alimentos de dos de los tres niveles (Plásticos/reguladores/energéticos)	15 (20%)
III. Merienda poco saludable	Alimentos de uno de los tres niveles (Plásticos/reguladores/energéticos)	54 (72%)
IV. Merienda muy poco saludable.	Solo alimentos grasos – industriales- o no meriendan	5 (6.67%)

Tabla 1. Tipos de meriendas que toma el alumnado durante tres o más días a la semana.

CONCLUSIONES

Las meriendas de los escolares analizadas en este trabajo nos permiten observar que incluyen pocos alimentos energéticos (pan, cereales, tortitas de maíz) ni reguladores (frutas y zumos). Por el contrario, es mucho más frecuente que durante los cinco días las meriendas incluyan alimentos plásticos (lácteos, embutidos y frutos secos) y, en menor medida, alimentos grasos (grasas y dulces industriales).

Además, aunque la mayoría de los alumnos suelen realizar meriendas poco saludables (solo ingieren un tipo de alimento), se puede destacar que algunas meriendas simplemente tienen alguna carencia (los alumnos consumen dos tipos de alimentos) y que, afortunadamente, escasean las que son muy poco saludables (solo consumen alimentos grasos o no meriendan).

Aunque los datos obtenidos en esta investigación no se pueden considerar óptimos, sí sería adecuado recalcar que las conclusiones de este estudio han de enmarcarse en el contexto en el que se realizó la investigación, es decir, se analizaron las meriendas de media mañana de los escolares y, aunque estas puedan sufrir carencias alimenticias, esto quizás sea subsanado con el desayuno u otras comidas que el alumnado ingiere en su hogar. Por otro lado, hay que tener en cuenta el momento de crisis económica actual, en el que el poder adquisitivo de las familias a veces no es el deseable, lo cual puede favorecer que los hábitos alimenticios de los escolares varíen negativamente (Montes, 2010).

DERIVACIONES DIDÁCTICAS

La alimentación constituye uno de los aspectos más importantes en el mantenimiento de la salud (Pozuelos, 2008) y durante la infancia se instauran los hábitos y costumbres que probablemente se van a mantener a lo largo de la vida (Rodríguez y Calvo, 2012). Por esta razón, se le debe prestar especial atención a este periodo, cuidando todos los detalles, para así constituir una educación que se dirija hacia la correcta formación del alumno. Por tanto, se cree conveniente modificar las meriendas de estos escolares cuanto antes, para impedir que adquieran hábitos de vida inadecuados. Para ello, es imprescindible la colaboración de las familias y de la escuela, pues son los dos agentes que se encargan de formar y educar al niño durante la infancia y la juventud. En primer lugar, resulta imprescindible que desde la escuela se trabaje la Educación para la Salud con el fin de que el alumnado reciba, desde sus primeros años de vida, pautas para modificar las dietas menos adecuadas por otras más saludables. De este modo, aunque en sus hogares no insistan en estos aspectos, se estarán reforzando desde las aulas hábitos que en mayor o menor medida se verán reflejados en sus rutinas diarias. En cualquier caso, y dado que la dieta está determinada en última instancia por la familia, la escuela debe informar a las madres y a los padres de las pautas que se están aportando desde la misma con objeto de buscar coincidencias educativas tan necesarias en las primeras edades y concretamente en este tema.

Por otra parte, cabe destacar que se considera necesaria la práctica de ejercicio físico en la etapa de Educación Infantil, pues es una manera de reforzar la salud del alumno y de promover un estilo de vida activo desde las edades más tempranas. De esta forma la buena alimentación, junto con la práctica de actividades psicomotrices, repercutirá favorablemente en la salud del niño, tanto física como mental, alejándolo del riesgo de sufrir enfermedades propias de la edad adulta, como son la obesidad o el sobrepeso.

Por último, y teniendo en cuenta los resultados, se recogen a modo de ejemplo una serie de actividades relacionadas con los hábitos de la alimentación que pueden llevarse a cabo en el marco de la escuela:

- *¿Qué alimentos prefieres del supermercado?* Se trata de hacer un juego simbólico en el que a los alumnos se les presentan unas tarjetas con distintos alimentos y ellos tendrán que seleccionar aquellos que escogen de las estanterías del supermercado o los que les piden a sus padres/madres que les compren. Con esta actividad se trata de conocer los alimentos que el alumnado elige voluntariamente en el supermercado, con el fin de que, entre todos, se discuta la importancia de tomar alimentos variados, contribuyendo así a sensibilizarlos sobre los hábitos saludables.
- *Degustación de frutas:* En esta actividad se trata de realizar en el aula una degustación de distintas frutas que sus familias aportan para esta actividad, de manera que se incorpore paulatinamente en la dieta el consumo de nuevos alimentos y texturas. Además, en este caso también se podría trabajar el consumo de frutas que hacemos según la época del año, la higiene (lavar los alimentos), etc.
- *Taller de cocina:* Se elaboran zumos y batidos naturales, galletas/bizcochos y algún aperitivo para que los niños descubran que son cosas fáciles que pueden hacer en sus casas con la ayuda de sus familias. En este tipo de actividad, sería conveniente que se les recordase que siempre es mejor consumir alimentos hechos en casa que los industriales porque contienen menos grasas y azúcares.
- *La merienda saludable:* Como actividad final, se elabora una merienda saludable por grupos de alumnos, de manera que con una cartulina e imágenes de diferentes alimentos, tengan que pegar aquellos que considerasen saludables y así se comprueba si han interiorizado lo que se trabajó en relación al tema. Finalmente este trabajo se lo llevan a casa y sirve como modelo de merienda sana.

BIBLIOGRAFÍA

- Amigo, M. (2008). *Medrando sans. De bocado en bocado...de xogo en xogo. Propostas didácticas*. Vigo: Consellería de Sanidade (Xunta de Galicia).
- Banet, E. (2001). *Los procesos de nutrición humana*. Madrid: Síntesis.
- Banet, E. y López, C. (2010). ¿Cómo mejorar el desayuno de los escolares de Educación Primaria? *Investigación en la Escuela*, 71, 63-83.
- Carrillo, B. (2009). La alimentación infantil. Importancia de una educación alimenticia desde la escuela en los primeros años de vida. *Innovación y experiencias educativas*, 15, 1-8.
- Fuster, V. (2010). *Monstruos supersanos: hábitos saludables para toda la vida*. Barcelona: Planeta.
- Galiano, M. J. y Moreno, J. M. (2010). El desayuno en la infancia: más que una buena costumbre. *Acta Pediátrica Española*, 68(8), 403-408.
- Herrero, R. y Fillat, J. C. (2006). Estudio sobre el desayuno y el rendimiento escolar en un grupo de adolescentes. *Nutrición hospitalaria*, 21(3), 346-352.
- Membiola, P., y Cid, M. C. (1998). Desarrollo de una unidad didáctica centrada en la alimentación humana, social y culturalmente contextualizada. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 499-511.

- Montes, M^a. D. (2010). Alimentación saludable en Educación Infantil, Primaria y Secundaria. *Innovación y experiencias educativas*, 34, 1-8.
- Núñez, F., y Banet, E. (2000). Aprender sobre la alimentación para desarrollar hábitos y actitudes saludables en el alumnado de primaria. *Aula de Innovación Educativa*, 92, 9-14.
- Núñez, G., Mazzitelli, C. y Vázquez, S. (2007). ¿Qué saben nuestros alumnos sobre alimentación y nutrición? *Revista Iberoamericana de Educación*, 5(43), 1-8.
- Parra Ortiz, J.M. (2011). *Manual de Didáctica de la Educación Infantil*. Madrid: Garceta.
- Pérula de Torres, L. A., Herrera Morcillo, E., De Miguel Vázquez, M. D., y Lora Cerezo, N. (1998). Hábitos alimentarios de los escolares de una zona básica de salud de salud de Córdoba. *Revista Española Salud Pública*, 72(2), 147150.
- Pozuelos, F. (2008). *Proyecto Curricular Investigando la alimentación humana en el proyecto INM (6-12)*. Sevilla: Diada Editora.
- Rivarosa, S. y De Longhi, A. (2006). La noción de alimentación y su representación en alumnos escolarizados. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(3), 534-552.
- Rodríguez, E. y Calvo, J. R. (2012). *Educación para la salud. Manuales Docentes Máster en Procesos Educativos*. Las Palmas de Gran Canaria: Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la ULPGC.
- Roig, N. (2011). Un buen desayuno (y dos nueces en el bolsillo). *Aula de innovación educativa*, 201, 91.
- Sierra, A. y Torrecusa R. (2008). *Las escuelas deportivas como agentes promotores de la salud*. *EFDeportes, Revista Digital*, 124.

Educación Ambiental desde la perspectiva del Decrecimiento: El Huerto Escolar Ecológico

Rodríguez-Marín, F., Fernández-Arroyo, J., García, J. E.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla.

frodmar@us.es

RESUMEN

En la presente comunicación postulamos el Decrecimiento como la vía necesaria a la hora de lograr transicionar hacia un mundo más justo social, ambiental y económicamente hablando, superando las dificultades que hoy en día existen debido a la preponderancia del modelo capitalista. En esta línea, mostramos una propuesta educativa que se pueda englobar dentro de un contexto más concreto como es la Educación Ambiental. Para ello planteamos el diseño y puesta en marcha de un Huerto Escolar, desde la perspectiva del decrecimiento, cuya filosofía se inspira en dos aspectos principales: la metodología didáctica investigativa y la Permacultura.

Palabras clave

Decrecimiento, Educación Ambiental, Permacultura, Huerto Escolar, metodología didáctica investigativa.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los problemas socioambientales son palpables a diferentes escalas temporales y espaciales (Fernández y González, 2014). La Educación Ambiental (EA, en adelante) se presenta como una herramienta que puede aportar modos de actuar desde la sociedad en relación con el medio natural. Hasta hace pocos decenios la corriente mayoritaria dentro de la EA era la sostenibilidad; sin embargo, consideramos que la potencialidad de dicha corriente es limitada por lo cual se hace necesario abordar nuevos retos desde otros modelos. Uno de ellos, dentro del cual se engloba nuestra comunicación, es el modelo decrecentista (Latouche, 2012).

Lo más relevante de este concepto es que no se refiere, como en el caso de la sostenibilidad, a una propuesta ideológica (los defensores de la sostenibilidad proponen ir hacia un mundo sostenible, los “decrecentistas” no proponen ir hacia el decrecimiento sino dar una respuesta al mismo), sino que se refiere a un hecho real fundamentado en múltiples evidencias (Fundació Terra, 2008; Leff, 2008): previsible agotamiento en la primera parte del siglo XXI de multitud de recursos energéticos y materiales; inminente llegada del punto de no retorno en el cambio climático; imposibilidad de mantener un crecimiento exponencial de la población y del uso de los recursos, que tiende matemáticamente a infinito, en un planeta que es finito y en contra de las leyes de la termodinámica y de la ecología.

En este contexto, pensamos que habría que avanzar hacia una educación en y para el decrecimiento, dejando atrás la perspectiva del desarrollo sostenible que no resuelve la problemática actual. Debemos pensar en educar a las personas para adaptarse a un mundo con menos recursos y que esa adaptación no sea caótica sino ordenada y justa. De esta

forma, la EA debería retomar el lema “menos es más”, educando en la idea de que el decrecimiento (tener menos recursos) es compatible con una vida más feliz, unas mejores relaciones humanas y un mundo más justo y solidario (Rodríguez-Marín, Fernández-Arroyo y García, 2015).

Desde esta posición, la EA debería trabajar la transición desde un pensamiento centrado en el crecimiento (cambio cuantitativo del producto interior bruto, bienestar asociado a la cantidad de recursos disponibles) a otro centrado en el desarrollo (cambio cualitativo de nuestra organización social), desde el dolor y la infelicidad asociados a la desigualdad, el antagonismo, el trabajo alienante, el hiperconsumo y las relaciones interpersonales insatisfactorias, hacia el desarrollo del apego y la autoestima (la felicidad como desarrollo de las potencialidades personales) asociados al altruismo y al apoyo mutuo. Ello supone también pensar en el decrecimiento no como una “vuelta al pasado” sino como una oportunidad para el cambio social hacia una sociedad mejor (Latouche, 2012). Es decir, dado que la idea de decrecimiento puede tener connotaciones afectivas negativas es conveniente insistir en el hecho de que la crisis del sistema socioeconómico es el contexto adecuado para el cambio social.

Además, la EA tendría que asociar la capacitación para la acción (Moreno-Fernández y García-Pérez, 2013; Espinet y Llerena, 2013; Rodríguez-Marín, 2011; García-Pérez, 2009, Iglesias y Meira, 2007), el desarrollo de la participación ciudadana, la autonomía, la creatividad, el espíritu crítico y las relaciones de complementariedad (la solidaridad entre los humanos actuales y con las generaciones futuras, la ayuda mutua y la cooperación, el cuidado, etc.) con la creación de nuevas formas de organización social, basadas en redes horizontales, democráticas, igualitarias, auto-organizadas, de intercambio, producción y consumo, que ofrezcan una mayor resistencia a un posible decrecimiento caótico y violento.

EL DECRECIMIENTO DESDE LOS HUERTOS ESCOLARES

El trabajo en los huertos escolares puede servir para comprender cuáles son los límites del crecimiento y qué prácticas agrícolas ecológicas pueden facilitar la autoproducción y el autoconsumo con el máximo rendimiento energético, el mínimo derroche de recursos y la mínima producción de desechos. En concreto, proponemos como referente la permacultura (Holmgren, 2013; Morrow, 2010; Burnet, 2005; Mollison y Slay, 1994), movimiento social que propone un estilo de vida y una cierta manera de ordenar el espacio acordes con el decrecimiento, así como una tecnología agrícola que aplica conceptos ecológicos relativos al ciclo trófico, la sucesión ecológica, el suelo como ecosistema, o los ecotonos; tecnología que presenta una alta Tasa de Retorno Energético (TRE, energía necesaria para producir energía), que optimiza la energía invertida en la producción agrícola (González de Molina, 2011).

En esta comunicación nos vamos a centrar en el aspecto didáctico del Huerto Escolar (Rodríguez-Marín, Fernández-Arroyo y García, 2015) a partir de la experiencia llevada a cabo en el CEIP Olivar de Quinto (Sevilla) desde el curso 2009-2010. En este sentido, lo que comenzó como una actividad puntual y casi extraescolar, se fue convirtiendo primero en un proyecto de toda la comunidad educativa (con la implicación de todos los grupos-clase) y más tarde en un núcleo dinamizador del tejido social del barrio de Montequinto (Dos Hermanas, Sevilla).

Contenidos y dificultades de aprendizaje asociadas al Huerto Escolar Ecológico

Proponemos los huertos escolares como un recurso básico para capacitar a la población en relación con el decrecimiento. Tal capacitación supone trabajar tanto contenidos conceptuales (entender el concepto de límites del crecimiento, comprender que entramos en un proceso de decrecimiento con el agotamiento de los combustibles fósiles y de otros muchos recursos, evaluar las diferentes alternativas existentes en relación con el decrecimiento), como procedimentales (desarrollar la capacidad investigadora como herramienta para resolver problemas), y actitudes y valores (desarrollo del espíritu crítico, la creatividad, la solidaridad, el trabajo cooperativo, etc.), vinculando estos tres tipos de contenidos a la capacitación para la acción (aprendiendo en la acción, trabajando con bucles de acción-reflexión en los que se integre la teoría y la práctica).

Estos contenidos se pueden organizar en dos grandes bloques que responden a dos conjuntos de problemas: comprendiendo el decrecimiento (el diagnóstico de la situación) y construyendo alternativas (la construcción de alternativas).

Problema 1: El decrecimiento (diagnóstico de la situación)

Hay varios conceptos que son fundamentales para comprender el decrecimiento y que pueden trabajarse en el huerto escolar.

Además de comprender los requerimientos de las plantas y los límites asociados, resulta esencial comprender también que la actividad hortícola es una actividad humana que requiere **energía y materiales**, para poder luego trabajar el impacto que puede tener en la agricultura el agotamiento de los combustibles fósiles. Pero trabajar el papel de la energía en relación con la agricultura no es tarea fácil. Nos encontramos con diversas dificultades de aprendizaje que ya hemos reseñado en otros trabajos (Rodríguez-Marín, 2011; Ballenilla y García, 2008; García et al, 2007).

Por ejemplo, para delimitar el problema de la energía que es necesaria en el huerto habría que comparar el tipo de energía usada en el huerto (energía interna o endosomática, originada en la alimentación humana integrada en las redes tróficas del ecosistema) en relación con la utilizada en la agricultura industrial (energía externa o exosomática, procedente de combustibles fósiles no renovables), para entender a su vez el fuerte impacto que tendrá en la agricultura el agotamiento de dichos recursos. Para ello habría que trabajar con el alumnado cómo se cultiva en la agricultura industrial y en permacultura, analizando todas las entradas de energía (pidiéndole que describan los elementos que son necesarios para el cultivo de alimentos, y si hay o no energía en cada elemento). A partir de ahí se podría investigar sobre la historia de la agricultura en relación con la energía, cuál es el papel que han tenido el hombre y los animales, cuándo comenzaron a usarse los tractores, qué tipos existen, si se utilizan abonos naturales y/o artificiales, de dónde vienen las semillas, de dónde se extrae el agua, etc.

Respecto al tema de la **circulación de materiales**, que en el caso de nuestro huerto se refiere al agua, al abonado, y a los residuos orgánicos del huerto, la principal dificultad de aprendizaje es la percepción atomizada que el alumnado tiene de las cadenas causales que constituyen la circulación de materiales en nuestro planeta (conocen pasos concretos, como el camino de los alimentos desde el supermercado a sus casas o de la basura doméstica desde sus casas al contenedor, y desde luego no hay una visión de conjunto). Por ejemplo, se desconoce la cadena causal que va desde el uso de abonos, agua, energía y semillas en la agricultura, a la producción de alimentos, a su transporte y distribución, a su consumo, y a la incorporación de los desechos a los ciclos naturales. Al respecto,

habría que construir, centrados en nuestro huerto, estas cadenas causales, investigando de dónde vienen los alimentos que comemos y a dónde van los desechos que producimos, como se ha comentado anteriormente respecto a la energía. En parte, mediante un registro continuo de todo lo que sucede en el huerto, en parte haciendo un trabajo de campo sobre lo que ocurre en nuestro entorno, o consultando información en Internet, pues no es fácil reproducir esta cadena causal.

En relación con el tema del **agua**, encontramos las siguientes dificultades de aprendizaje ya reseñadas en otros trabajos (Fernández-Arroyo, 2012a; Marcen, 2010; Cano, 2008): la incompreensión de los conceptos de abundancia o escasez de agua (hay un flujo continuo de agua desde el grifo, según la versión escolar del ciclo del agua siempre hay agua recorriéndolo); no se entienden bien algunos procesos del ciclo del agua como son la evaporación o la condensación, o la existencia de agua subterránea (desconocen el papel esencial de los acuíferos en la agricultura, los identifican con ríos o lagos subterráneos sin comprender la relación rocas-agua, o desconocen cómo llegan los contaminantes hasta ellos).

Además de que lleguen a comprender el ciclo del agua, sería importante que conozcan que la contaminación es uno de los principales problemas que afecta al recurso del agua y que valoren el ahorro del agua como uno de los pilares que debe englobar la gestión eficiente de la misma. Sería necesario abordar cuestiones como ¿qué uso se le está dando al agua (en ese contexto)?, ¿quiénes son los encargados de gestionar esa agua?, ¿quiénes poseen ese agua?, ¿cómo se distribuye?, ¿cuáles son las prioridades de uso que tiene el agua (en ese entorno)?, ¿cómo se actúa ante los casos de contaminación del agua?, ¿cómo afecta a las personas y el medioambiente?, ¿en qué situaciones a lo largo de un día consumo agua?, ¿todos los usos son igualmente despilfarradores?, ¿qué hago y qué podría hacer para evitar el despilfarro de agua?, ¿todos consumimos igual?, ¿por qué usamos el agua de esa manera y en esa cantidad?, ¿existe otra manera más lógica de usar el agua que permita que todos tengamos agua en el mundo?, ¿la humanidad ha utilizado siempre las mismas reservas de agua?, ¿podríamos usar tanta agua siempre, sin que nunca se nos agote o hay algún límite?, ¿es el ciclo del agua un ciclo inalterable?, ¿conocemos las consecuencias si las modificaciones estuvieran ocurriendo realmente?

En cuanto al tema de la **descomposición** (que ayudaría a cerrar el ciclo de los materiales orgánicos en el huerto) la principal dificultad es la ignorancia del papel esencial de los descomponedores en el “cierre” de los ciclos naturales. Al respecto, habría que trabajar con los procesos que se dan en los composteros del huerto investigando problemas como ¿por qué cambian de aspecto los restos orgánicos al cabo de unos meses?, ¿dónde terminan nuestros restos orgánicos en relación con los ciclos naturales?

Problema 2: La construcción de alternativas

Después de trabajar con los límites del crecimiento habría que analizar en qué momento estamos, si continuamos en fase de crecimiento exponencial o ya hemos comenzado a decrecer, y cómo cuestiona ese decrecimiento nuestra actual forma de vida (¿qué ocurriría si no tuviéramos...?). Ello nos llevaría a la pregunta ¿qué podemos hacer ante esta situación?

La elaboración de alternativas debe plantearse “en positivo” (Latouche, 2012). Dadas las connotaciones negativas del término decrecimiento (ir a menos) es conveniente trabajar con el alumnado la idea de que el decrecimiento puede ser también una oportunidad para un cambio positivo, de mejora individual y social (ir a más, menos puede ser más). Al respecto, hay que diferenciar los conceptos de crecimiento (cambio cuantitativo) y desarrollo (cambio cualitativo), dado el uso tan confuso de dichos términos en los medios

de comunicación y por parte de economistas y sociólogos. Esa diferenciación es básica para comprender que el decrecimiento (menos) puede ser una oportunidad para complejizar nuestras relaciones sociales (menos es más), de forma que se puede decrecer (disminución de la cantidad de recursos utilizables, de la producción de bienes y de la cantidad de desechos generados) sin que por ello perdamos “complejidad” en cuanto a los aspectos cualitativos, pues la creación de redes sociales no jerarquizadas, democráticas, autogestionadas, polivalentes, basadas en el altruismo, la complementariedad, la solidaridad, el trabajo cooperativo, y la búsqueda de la felicidad en unas relaciones interpersonales más satisfactorias, podríamos considerarla como un momento de desarrollo social más complejo que el actual, basado en la jerarquía, la hiperespecialización, el egoísmo, la codicia, las relaciones de antagonismo, la insolidaridad, la desigualdad y el individualismo.

En relación con la construcción de estas redes y de una sociedad capaz de un decrecimiento justo y ordenado se pueden plantear problemas como: ¿qué acciones, qué plan de actuación, podrían servir para tal decrecimiento?, ¿podemos resolver los problemas de agotamiento de recursos y de cambio climático sin cambiar la actual organización social?, ¿cómo tendría que cambiar nuestra forma de pensar y actuar para resolver estos problemas?, ¿qué modelo de organización social facilitaría un decrecimiento justo y ordenado? Tal construcción supone capacitar a las personas para la acción social:

- a) Superar las dependencias y la pasividad, emancipando a las personas y convirtiéndolas en sujetos políticos comprometidos capaces de cuestionar opiniones y estereotipos sociales, de criticar y superar el pensamiento dominante (la desinformación, el miedo, las normas y costumbres que imponen las clases dominantes para perpetuar la desigualdad), de tomar decisiones y realizar acciones (individuales y colectivas) conducentes a un cambio de sus condiciones de vida.
- b) Mejorar las relaciones con nuestro entorno y con nosotros mismos, con el desarrollo de competencias como la responsabilidad colectiva, la solidaridad, la equidad, la honestidad, o el compromiso con el tratamiento y resolución de los problemas socioambientales (formar ecociudadanía), educando a la población en valores y conductas prosociales, en un nuevo estilo de vida, basado en la autonomía, en la participación y en el trabajo colaborativo (gestión comunitaria de los huertos), y en la actuación integrada intergeneracional e intercultural. También educando en el cuidado, respeto y conservación del medio sionatural. En concreto, los huertos permiten educar para el respeto a la biodiversidad, mediante el trabajo con la biodiversidad de las plantas comestibles (especies hortícolas tradicionales) frente al monopolio de la agricultura industrial.
- c) Integrar la teoría y la práctica, la reflexión y la acción. En la acción deben integrarse los conceptos (la comprensión del mundo), los procedimientos (el método), las emociones, las actitudes y los valores (lo que nos impulsa).

También se trata de formar al alumnado en prácticas agrícolas ecológicas del tipo de la permacultura (o similares como la agricultura orgánica o la agricultura sinérgica), imprescindibles para obtener alimentos en situación de decrecimiento. Es decir, por una parte, facilitar la comprensión de que la agricultura industrial, aparentemente más compleja y eficaz, es realmente menos compleja y eficaz que la agricultura ecológica, en cuanto que ésta tiene una mayor eficiencia energética, un menor coste de recursos

materiales y una mínima producción de residuos contaminantes. Por otra, entrenar al alumnado en las prácticas propias de la permacultura, sobre todo en aspectos como:

- a) La importancia de un diseño integral del espacio, que haga más eficiente la circulación de materiales y el flujo energético, minimizando la producción de residuos.
- b) La relevancia del ecosistema-suelo y de las técnicas para su mantenimiento.
- c) La manera de crear un bancal agrícola “permanente”, con un “acolchado” que crea un microclima adecuado para los cultivos, que supone menos uso de agua y que evita la aparición de las “malas hierbas”.
- d) Las técnicas de distribución de las plantas y de rotación de cultivos, basadas en las asociaciones y compatibilidades entre las plantas.
- e) Las técnicas ecológicas de lucha contra las plagas.

Este entrenamiento podría vincularse a la visita de huertos sociales de la zona en los que se pueda apreciar el trabajo comunitario, analizando las aportaciones del huerto a la vida del barrio.

En definitiva el Huerto Escolar presenta, desde nuestro punto de vista, potencialidades que pueden llegar a ser muy útiles dentro del contexto de la Educación Ambiental para lograr poner de relevancia la necesidad de un cambio social enmarcado dentro del decrecimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballenilla, F.; García, J.E (2008). ¿Hasta cuándo podremos seguir derrochando energía? Resistencias y dificultades para el cambio con el tratamiento didáctico de la crisis energética. *Cuadernos de Pedagogía*, 384, 65-71.
- Burnet, G. (2005). *Permacultura: una guía para principiantes*. Madrid, EcoHabitar.
- Cano, M.I. (2008). *La construcción de conocimiento relevante y significativo sobre la contaminación del agua. Una investigación cualitativa en 4º de E.S.O.* Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, España.
- Espinet, M. y Llerena, G. (2013). Una propuesta de análisis de narrativas sobre la experiencia en agroecología escolar comunitaria. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra 2013, 1137-1141.
- Fernández-Arroyo, J. (2012a). *La construcción del conocimiento sobre la gestión y la contaminación del agua. Concepciones del alumnado de primero de Bachillerato*. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, España.
- Fernández, R. Y González, L. (2014). *En la espiral de la energía*. Madrid, Libros en Acción. Baladre.
- Fundació Terra (2008). Acreixement. *Perspectiva Ambiental*, 44. Último acceso el 20 de febrero de 2016, desde: http://www.fundaciontierra.es/sites/default/files/web_antiga/ca/data/pa44.pdf
- García, J.E.; Rodríguez-Marín, F.; Solís, M.C.; Ballenilla, F. (2007). Investigando el problema del uso de la energía. *Investigación en la Escuela*, 63, 29-46.
- García Pérez, F.F (2009). Educar para la participación ciudadana. Un reto para la escuela del siglo XXI. *Investigación en la Escuela*, 69, 5-10.
- González De Molina, M. (2011). Agricultura ecológica y decrecimiento económico. Una perspectiva agroecológica. *Revista de Economía Crítica*, 10, 113-137.
- Holmgren, D. (2013). *Permacultura: principios y senderos más allá de la sustentabilidad*. Argentina, Kaicron.

Iglesias, L. y Meira, P. A. (2007). De la Educación Ambiental a la Educación Social o viceversa. *Educación social: Revista de intervención socioeducativa*, 35, 13-27.

Latouche, S. (2012). *La sociedad de la abundancia frugal*. Barcelona, Icaria Editorial.

Leff, E. (2008). Decrecimiento o deconstrucción de la economía: Hacia un mundo sustentable. *Revista Polis*, 7 (21), 81-90.

Marcén, C. (2010). *El agua, argumento educativo en la Educación Obligatoria y en el sistema social*. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza, España.

Mollison, B. y Slay, R. M. (1994). *Introducción a la Permacultura*. Australia, Tagari Press.

Moreno-Fernández, O. y García, F.F (2013). *Participación y medio ambiente. El enfoque de una ciudadanía planetaria*. Comunicación presentada en el 7th World Environmental Education Congress (WEEC). Marrakech.

Morrow, R. (2010). *Guía de Permacultura para el usuario de la Tierra*. Argentina, BRC Ediciones.

Rodríguez-Marín, F. (2011). *Educación ambiental para la acción ciudadana: Concepciones del profesorado en formación sobre la problemática de la energía*. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, España.

Rodríguez-Marín, F.; Fernández-Arroyo, J. Y García-Díaz, J.E. (2015). El huerto escolar ecológico como herramienta para la educación en y para el decrecimiento. *Investigación en la Escuela*, 86, 35-48

Los contenidos autonómicos de Física en la LOMCE, o la teoría del caos

Vílchez-González, J. M., Perales-Palacios, F. J.

Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.

fperales@ugr.es

RESUMEN

En este trabajo exponemos un estudio comparativo de los contenidos de Física incluidos en los decretos reguladores del currículo de la ESO a nivel autonómico, como desarrollo del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Tras una introducción en la que tratamos de situar el problema, hemos considerado como criterios de comparación los siguientes organizadores curriculares: contenidos, criterios de evaluación, estándares de aprendizaje evaluables y horas semanales asignadas a la materia. El análisis de los resultados pone de manifiesto una tremenda heterogeneidad en dichos parámetros para las distintas Comunidades Autónomas y que, a nuestro juicio, solo podrían justificarse desde la Teoría del Caos.

PALABRAS CLAVE

Currículo, Física, LOMCE, Estudio comparativo, Comunidades Autónomas.

INTRODUCCIÓN

Si por algo se ha caracterizado el sistema educativo español desde el advenimiento democrático ha sido por la ausencia de una hoja de ruta clara, consensuada y con una perspectiva a medio-largo plazo; por el contrario, no ha habido gobierno que se precie que no haya querido dejar su impronta con continuos vaivenes legislativos. Demasiadas veces la planificación del sistema educativo ha sido usada como arma política e ideológica. El necesario pacto educativo que debiera estar protagonizado por los docentes, los expertos y las familias, ha quedado imposibilitado por gestores cuanto menos irresponsables. El resultado es bien patente: desmoralización del profesorado, cierto descontento de las familias y resultados más que mediocres en las pruebas de evaluación internacionales, entre otros indicadores¹.

A ello no ha sido ajeno el ámbito del currículo científico, sujeto a unos cambios que aunque parezcan más superficiales que de fondo, hacen difícil trabajar a largo plazo y, en definitiva, implementar planificaciones de su enseñanza mínimamente estables.

Esta situación recuerda demasiado miméticamente a la Teoría del Caos, que en palabras de la recurrente Wikipedia² se definiría en los siguientes términos:

La teoría del caos es la denominación popular de la rama de las matemáticas, la física y otras ciencias (biología, meteorología, economía, etc.) que trata ciertos tipos de sistemas complejos y sistemas dinámicos muy sensibles a las variaciones en las condiciones iniciales. Pequeñas variaciones en dichas condiciones iniciales

¹ <http://www.mecd.gob.es/inee/estudios/pisa.html>

² https://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_del_caos

pueden implicar grandes diferencias en el comportamiento futuro, imposibilitando la predicción a largo plazo [...].

En nuestro caso, la variación en las condiciones iniciales (léase como tales las distintas leyes orgánicas con variaciones no tan pequeñas) pueden provocar grandes cambios futuros imprevistos e inmanejables.

Aquí queremos mostrar, mediante un estudio comparativo, la situación en la que se hallan los contenidos de Física para el Primer Ciclo de la ESO en las distintas Comunidades Autónomas como consecuencia del desarrollo del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

PRECEDENTES

Desde la promulgación del RD de enseñanzas mínimas para la ESO en la Ley Orgánica General del Sistema Educativo (LOGSE)³ se han ido introduciendo distintos organizadores curriculares, que para aquella ley fueron los de: “conceptos, procedimientos y actitudes” y los “criterios de evaluación”. Posteriormente el cambio más relevante fue la introducción del concepto de *competencia* en la Ley Orgánica de Educación (LOE)⁴, a modo de “feliz idea” con origen en el ámbito profesional (Perales et al., 2014), y que fue objeto de interés por parte de nuestra comunidad de investigadores y docentes (AA. VV., 2007). La Ley Orgánica para la Mejora de Calidad Educativa (LOMCE)⁵ introdujo un nuevo organizador curricular, el de los “estándares evaluables de aprendizaje”, concepto ya clásico en el ámbito docente norteamericano (NGSS Lead States, 2013).

En definitiva, nos encontramos con toda una suerte de epígrafes a considerar para cualquier planificación curricular, que la complejizan y burocratizan: competencias, objetivos de etapa, bloques de contenidos, contenidos, metodología didáctica, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje. A ello hay que sumar las diversas interpretaciones que de aquellos pueden hacer las distintas Comunidades Autónomas en virtud de sus competencias en el ámbito educativo.

OBJETIVO

Se pretende abordar un estudio comparativo de los contenidos de Física en el Primer Ciclo de ESO (para los cursos 2º y 3º ya que en el primer curso del ciclo no se imparte la asignatura de Física y Química) en los desarrollos legislativos de las Comunidades Autónomas vinculados a la LOMCE. Ello contribuirá, esperamos, a evaluar el grado de coherencia de tales contenidos en una etapa educativa que, no lo olvidemos, es obligatoria para todo el País.

PROCEDIMIENTO

Como criterios de comparación nos hemos centrado en: contenidos, criterios de evaluación, estándares de aprendizaje evaluables y horas semanales asignadas a la materia. Para lograr el objetivo anterior fuimos revisando la legislación autonómica de las enseñanzas mínimas de la ESO y representando en una tabla cada uno de los apartados referidos en filas, mientras en las columnas aparecían las Comunidades Autónomas. Los

³ RD 1007/1991, de 14 de Junio

⁴ Ley Orgánica 2/2006 de 3 de mayo

⁵ Ley Orgánica 8/2013 de 9 de diciembre

contenidos a abordar en 2º ESO se marcaron sombreando las celdas correspondientes, y los de 3º ESO, con una “x” (Anexo).

Analizamos los bloques de contenidos más relacionados con Física: el bloque IV, que se centra en el movimiento y las fuerzas, y el bloque V, que lo hace en la energía.

RESULTADOS

Consideraciones iniciales

Exponemos en primer lugar algunas consideraciones sobre las legislaciones de las diferentes Comunidades:

- La mayoría de Comunidades reproducen literalmente los estándares de aprendizaje evaluables del RD 1105/2014, por lo que resulta fácil relacionarlos.
- Valencia, Asturias y Canarias los redactan de otro modo. Canarias los relaciona con los del RD 1105/2014; las otras no, pero se intuye fácilmente su relación.
- El País Vasco no enuncia estándares; se queda en criterios de evaluación.
- Madrid diferencia contenidos de 2º y 3º de ESO, pero los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables los presenta para todo el ciclo.
- Baleares reproduce el RD sin diferenciar los contenidos de 2º y 3º de ESO.
- En la legislación de Cataluña no se hace referencia a la LOMCE, sino a la LOE.
- En el momento de redactar la comunicación en Andalucía aún no se ha publicado la organización de contenidos, y Canarias solo dispone de borrador.

A. Contenidos sobre energía (bloque V del RD 1105/2014)

Nos encontramos con dos tipos de secuenciaciones (Anexo):

1. Las comunidades que contemplan todos los estándares de aprendizaje evaluables, tanto en 2º como en 3º de ESO

En particular esto ocurre en Cantabria y Castilla-La Mancha y tendría sentido si se estuviera hablando de un diseño en espiral, en el que en 2º curso se trabajasen los contenidos desde un enfoque más fenomenológico y descriptivo y en 3º de ESO se hiciese de modo más disciplinar, cuestión que se recomienda en el currículo de Castilla-La Mancha aunque después se hace caso omiso de ello.

En ambas comunidades se señalan, para los dos cursos, todos los estándares de aprendizaje correspondientes al bloque de contenidos, sin tener en cuenta que se trate de contenidos que se puedan afrontar de modo más o menos fenomenológico (por ejemplo, es difícil abordar de modo fenomenológico un estándar como el 3.1. *Explica el concepto de temperatura en términos del modelo cinético-molecular diferenciando entre temperatura, energía y calor*, en cuanto que, para cubrirlo, se precisa del modelo cinético-molecular, que de fenomenológico tiene poco).

Se podría haber pensado en ubicar los contenidos más descriptivos en 2º ESO y los más abstractos, que requieren el uso de modelos, para 3º ESO, lo que hubiese constituido, a nuestro parecer, la secuenciación más acertada.

2. Comunidades que prescriben algunos estándares en 2º ESO y otros en 3º ESO

Del resto de Comunidades, la tendencia mayoritaria ha sido adscribir los contenidos de energía, manifestaciones, transformaciones, conservación, energía térmica, calor, temperatura, fuentes de energía, uso racional y aspectos industriales para 2º ESO y trabajar los circuitos eléctricos y el electromagnetismo en 3º ESO. Así lo hacen Castilla y León, Valencia, País Vasco, Extremadura, Asturias, Aragón, Navarra y Canarias

(aunque Valencia y Navarra se dejen algún estándar por el camino). De estas, solo Asturias y Canarias hacen referencia a centrar algunos contenidos, como el uso responsable de la energía, en la propia Comunidad.

Aunque en esta propuesta parece haberse tenido en cuenta el nivel cognitivo de los alumnos, en el sentido anteriormente descrito, ¿no sería más adecuado trasladar la energía térmica, calor y temperatura a 3º ESO y ubicar en 2º ESO los contenidos que requieren un menor nivel de abstracción?

Algunas variaciones de la secuenciación anterior se observan en Galicia, Comunidad en la que algunos contenidos sobre fuentes de energía pasan a 3º (otros quedan en 2º), y en Madrid, donde todo lo relacionado con fuentes de energía se estudia en 3º. Destaca la comunidad de Murcia, que lo hace totalmente al contrario, lo que requiere de los alumnos de 2º ESO más nivel de abstracción que de los de 3º ESO.

B. Contenidos sobre movimiento y fuerzas (bloque IV del RD 1105/2014)

En este bloque de contenidos el caos es, si cabe, de mayor envergadura. La decisión mayoritaria es tratar la mayor parte de estos contenidos en 2º ESO (Anexo).

En el caso de Cantabria, Castilla-La Mancha, País Vasco, Aragón y Navarra todos los contenidos del bloque se trabajan en 2º ESO (como ocurría en el bloque de contenidos sobre energía, algunos estándares se quedan por el camino).

La Comunidad de Madrid decide trabajar los contenidos en los dos cursos, salvo el concepto de aceleración, que se estudia solo en 3º y en la Rioja se posponen todos para 3º ESO, excepto la descripción del procedimiento para comprobar experimentalmente la ley de Hooke, que no se aborda en ningún curso. Algo similar ocurre en Valencia, Comunidad en la que la mayoría de los contenidos de este bloque se contemplan en los dos cursos, a pesar de ser la Comunidad que menos horas semanales dedica a la asignatura.

En el resto de Comunidades los contenidos se distribuyen entre los dos cursos, sin repetición. Así:

- Galicia aborda lo relacionado con fuerzas y sus efectos, movimiento, máquinas simples, rozamiento y fuerzas gravitatorias en 2º ESO y deja las fuerzas electromagnéticas para 3º ESO.
- Castilla y León divide el estudio de las fuerzas y sus efectos entre 2º y 3º ESO (principalmente en 2º), al igual que el del movimiento (la aceleración en 3º). Las máquinas simples se estudian en 2º y las fuerzas gravitatorias y electromagnéticas en 3º (en 2º solo se pide diferenciar entre masa y peso).
- Extremadura ubica las fuerzas y sus efectos en 2º ESO (sin uso del dinamómetro), así como las máquinas simples y el estudio de todo lo relacionado con las fuerzas gravitatorias y electromagnéticas, salvo el rozamiento; en 3º ESO se debe abordar el estudio del movimiento y la fuerza de rozamiento.
- En Murcia se estudia, en 3º ESO, el movimiento y la relación entre la velocidad de la luz y las distancias en el Universo, y los demás contenidos en 2º ESO.
- En Asturias, los contenidos sobre las fuerzas y sus efectos se dividen entre los dos cursos, el movimiento se deja para 3º ESO y el resto de contenidos, para 2º ESO. Es la única Comunidad que en 2º ESO contempla estudiar, aparte del peso y el rozamiento (que lo requieren todas), la fuerza normal y las fuerzas elásticas y, además, se recomienda que se realicen cálculos con la segunda ley de Newton y que se estudien los procesos de electrización de la materia. Además, en 2º ESO se

demanda que los alumnos realicen cálculos para resolver problemas cotidianos utilizando el concepto de velocidad, pese a que este concepto (el de velocidad) no se estudia en 2º ESO, sino en 3º ESO.

- Finalmente, en Canarias se deja para 2º ESO el concepto de velocidad (media), la diferencia entre masa y peso, y los efectos de la fuerza gravitatoria en el Universo (pese a que esta fuerza se estudia en 3º ESO), y divide entre 2º y 3º ESO los contenidos relacionados con fuerzas electromagnéticas.

Horas semanales

Otra cuestión de interés es el número de horas que las Comunidades dedican semanalmente a la asignatura de Física y Química (Anexo). Así, y por concretar en un ejemplo, aunque todas las comunidades que optan por la segunda secuenciación de los contenidos de energía requieren trabajar lo mismo para, por ejemplo, 2º ESO (ocurre igual para 3º ESO), en algunas de ellas se hace preciso planificar estos contenidos para dos horas semanales (Valencia), en otras para tres (Castilla y León, País Vasco, Aragón, Navarra y Canarias) y en otras para cuatro (Extremadura y Asturias). No es preciso derrochar imaginación para intuir lo que puede significar este hecho para el profesorado. Hay que compadecerse de los compañeros valencianos, que tienen que trabajar lo mismo en la mitad de tiempo.

Un caso de interés es el País Vasco, en cuyo currículo aparece, para 2º ESO, un criterio de evaluación que hace referencia a *explicar fenómenos naturales referidos a la transmisión de la luz y del sonido reproduciendo experimentalmente algunos de ellos*. Es la única Comunidad que incluye para este curso contenidos de luz y sonido, pese a no ser de las que más horas semanales dedican a la asignatura.

Otras evidencias

Finalmente nos referiremos a otras posibles consecuencias negativas de esta (caótica) dispersión curricular. Si por cualquier motivo un alumno tiene que estudiar 2º en una Comunidad y 3º en otra, llegaría a 4º sin haber tenido contacto con algunos de los contenidos considerados mínimos.

Por ejemplo, esto podría suceder con los contenidos de energía en un traslado de Murcia a cualquier otra Comunidad, o viceversa. El alumno estudiaría dos veces los mismos contenidos y dejaría de hacerlo con el resto (excepto en Cantabria y Castilla-La Mancha). También se daría en el caso de traslados desde Galicia y Madrid, en relación con los contenidos de fuentes de energía, que no se estudiarían si se hace 2º en alguna de estas Comunidades y 3º en cualquier otra.

Para los contenidos sobre movimiento y fuerzas aumentan las posibilidades de que un alumno, en el caso de tener que cambiar de Comunidad, finalice el primer ciclo de la ESO sin haber estudiado algunos de ellos. Si, por ejemplo, se cursa 2º ESO en Galicia y 3º ESO en Extremadura, o en otras muchas comunidades (País Vasco, Murcia, Asturias, Aragón, etc.), el alumno no habrá estudiado en este primer ciclo de la ESO los contenidos de electromagnetismo (ocurre con otros contenidos). ¿Se podría haber planificado una organización más “desorganizada”, a nivel nacional?

CONCLUSIONES

A partir de lo relatado, creemos que se debería defender una secuenciación en la que se trabajara en 2º lo más fenomenológico (energía, manifestaciones, transformaciones, conservación, fuentes de energía, uso racional y, si acaso, los aspectos industriales), y posponer para 3º los contenidos que requieran de un mayor nivel de abstracción y, en

consecuencia, de modelización (energía térmica, calor y temperatura, electricidad y circuitos eléctricos, ley de Ohm y dispositivos electrónicos de uso frecuente). Algo deja entrever el RD 1105/2014 cuando introduce la asignatura:

En el primer ciclo de ESO se deben afianzar y ampliar los conocimientos que sobre las Ciencias de la Naturaleza han sido adquiridos por los alumnos en la etapa de Educación Primaria. El enfoque con el que se busca introducir los distintos conceptos ha de ser fundamentalmente fenomenológico;[...] (p. 257)⁶.

Si se trata de introducir los conceptos de un modo *fundamentalmente fenomenológico*, ¿no sería mejor, desde el punto de vista de una adecuada transposición didáctica, hacerlo en mayor medida en 2º ESO? No debemos olvidar que los alumnos de 2º es la primera vez que cursan la asignatura de Física y Química en la ESO.

Además, un sistema en el que se puede dar el caso de que haya ciudadanos que en su vida hayan estudiado contenidos de tanta relevancia social como son los de fuentes de energía y el uso responsable de las mismas, juega en contra de la alfabetización científica tan demandada hoy día por los diferentes organismos internacionales del ámbito científico-educativo (Gil y Vilches, 2006).

Lo que se ha mostrado en este análisis es el resultado de una total descoordinación entre Comunidades. Da la sensación de que los gobernantes no conocen el trabajo realizado durante décadas por los investigadores en Didáctica de las Ciencias, pues de haber seguido las indicaciones y orientaciones derivadas de la investigación educativa no se observarían, con casi toda seguridad, las incongruencias y contradicciones de la organización territorial de contenidos.

Llevamos mucho tiempo trabajando para mejorar la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, mostrando propuestas de secuenciación y tratamiento de los contenidos científicos en las aulas. Es cierto que en los preámbulos de las asignaturas de ciencias que se recogen en las últimas legislaciones educativas se entrevén los resultados de ese corpus investigador, pero también lo es que parecen hacer caso omiso cuando, a la hora de la verdad, ni siquiera se tienen en cuenta para organizar los contenidos de los dos cursos del primer ciclo de la ESO. Leen los papeles, pero da la sensación de que ya les llegan mojados.

En definitiva, si no la propia LOMCE (cuestión que no discutimos ahora), su implantación a nivel nacional destruye dos pilares básicos de la didáctica de las ciencias: una adecuada transposición didáctica para fomentar un aprendizaje significativo, y el objetivo de contribuir a la alfabetización científica, al menos, a través de las etapas de la educación obligatoria.

El origen de este caos se encuentra en el propio RD 1105/2014. En él se establecen los contenidos del Primer Ciclo sin diferenciarlos por cursos, y ello ha dado pie a que cada Comunidad los organice a su antojo, aunque todas ellas recojan, al presentar la asignatura, las mismas indicaciones y orientaciones que el RD que los rigen. El confiar en que las Comunidades Autónomas traduzcan este margen de maniobra en propuestas basadas en los más elementales principios psicoeducativos ha resultado, cuando menos, un propósito ingenuo.

Es cierto que desde hace tiempo se demanda autonomía educativa, pero autonomía sin una elemental coordinación está derivando en un sistema (educativo) caótico.

⁶ El subrayado es nuestro.

BIBLIOGRAFÍA

AA. VV. (2007). Los nuevos currículos en la ESO. *Alambique*, 53.

Gil, D. y Vilches, A. (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades, *Revista iberoamericana de Educación*, 42, 31-53.

NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.

Perales, F. J., Cabo, J. M., Vílchez, J. M., Fernández-González, M., González-García, F., Jiménez-Tejada, P. (2014). La reforma de la formación inicial del profesorado de ciencias: propuesta de un diseño del currículo basado en competencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (1), 9-28.

ANEXOS

A) Secuenciación por Comunidades Autónomas de los contenidos del bloque IV del RD 1105/2014, movimiento y fuerzas, para el Primer Ciclo de la ESO (*)

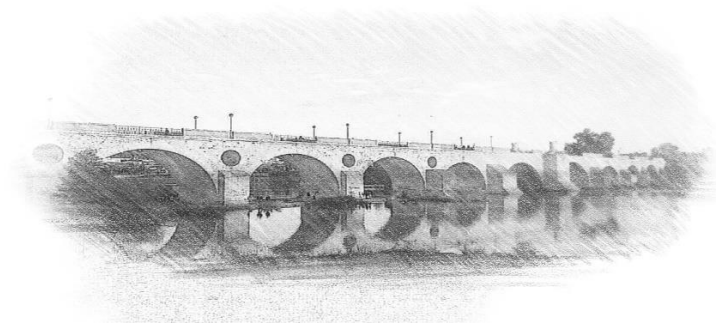
Contenidos	Estándares (*)	Cantabria	Castilla – La Mancha	Madrid	La Rioja	Galicia	Castilla y León	Valencia	País Vasco	Extremadura	Murcia	Asturias	Aragón	Navarra	Canarias
Las fuerzas. Efectos	1.1			x	x			x							
	1.2			x				x				x			x
	1.3			x	x		x	x							x
	1.4			x	x			x				x			
Velocidad media, velocidad instantánea y aceleración	2.1			x	x			x		x	x	x			
	2.2			x	x		x	x		x	x				
	3.1			x	x		x	x		x	x	x			x
	3.2			x	x		x	x		x	x				x
Máquinas simples	4.1			x	x										x
Fuerzas de la naturaleza	5.1			x	x		x			x					x
	6.1			x	x		x	x							x
	6.2			x	x		x	x							
	6.3			x	x		x	x							x
	7.1			x	x		x	x			x				
	8.1			x	x	x	x	x							
	8.2			x	x	x	x	x							x
	9.1			x	x	x	x	x							
	10.1			x	x	x	x								
	10.2			x	x	x	x								
	11.1			x	x	x	x	x							x
	11.2			x	x	x	x	x							x
	12.1			x	x	x	x	x							x
Horas semana (2º 3º)		3 2	3 3	3 3	4 3	3 2	3 2	2 2	3 3	4 2	3 2	4 2	3 2	3 3	3 2

(*) Los sombreados verdes indican que los contenidos se trabajan en 2º ESO; las “x”, que se hace en 3º ESO

B) Secuenciación por Comunidades Autónomas de los contenidos del bloque V del RD 1105/2014, energía, para el Primer Ciclo de la ESO

Contenidos	Estándares (*)	Cantabria	Castilla – La Mancha	Madrid	La Rioja	Galicia	Castilla y León	Valencia	País Vasco	Extremadura	Murcia	Asturias	Aragón	Navarra	Canarias
Energía. Unidades	1.1	x	x								x				
	1.2	x	x								x				
Tipos, transformaciones y conservación	2.1	x	x								x				
Energía térmica, calor y temperatura	3.1	x	x								x				
	3.2	x	x								x				
	3.3	x	x								x				
	4.1	x	x								x				
	4.2	x	x								x				
	4.3	x	x								x				
Fuentes de energía	5.1	x	x	x							x				
	6.1	x	x	x		x					x				
	6.2	x	x	x		x					x				
Uso racional de la energía	7.1	x	x	x		x					x				
Electricidad y circuitos eléctricos. Ley de Ohm. Dispositivos electrónicos de uso frecuente	8.1	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x
	8.2	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x
	8.3	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x
	9.1	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x
	9.2	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x
	9.3	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x
	9.4	x	x	x		x	x	x		x		x	x	x	x
	10.1	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x
	10.2	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x
	10.3	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x
10.4	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	
Aspectos industriales de la energía	11.1	x	x	x		x	x	x	x	x	x				x
Horas semana (2º 3º)		3 2	3 3	3 3	4 3	3 2	3 2	2 2	3 3	4 2	3 2	4 2	3 2	3 3	3 2

(*) Los sombreados verdes indican que los contenidos se trabajan en 2º ESO; las “x”, que se hace en 3º ESO



COMUNICACIONES ORALES

Línea 6. Ciencia, Tecnología y Sociedad

Los temas socio-científicos en la última reforma educativa española

Abril, A. M., Ariza, M. R., Quesada, A., García, J. F.

Departamento de Didáctica de las Ciencias, Universidad de Jaén, Jaén, España.

amabril@ujaen.es

RESUMEN

La sociedad actual, altamente influenciada por la Ciencia y la Tecnología, debe tomar parte en la investigación e innovación de forma responsable. Para ello, los ciudadanos han de ser formados en estrategias relacionadas con el aprendizaje por investigación de temas socio-científicos (SSIBL).

Por su parte, y en los últimos años, en el sistema educativo español se han sucedido una serie de leyes educativas. En este sentido pretendemos analizar cómo ha evolucionado el contexto educativo, y si en la actualidad se favorece o no la implementación de SSIBL en las aulas españolas. Un análisis preliminar muestra un incremento en los contenidos científicos, aunque las opciones para SSIBL en las aulas parecen haber disminuido. Así, expertos y profesorado en ejercicio aseguran que, aunque existen obstáculos, se pueden arbitrar mecanismos para superar dichas dificultades y ofrecer a los ciudadanos una formación más acorde con las competencias solicitadas para la sociedad del siglo XXI.

Palabras clave

Educación científica, temas socio-científicos, aprendizaje basado en la investigación, legislación educativa, investigación e innovación responsable.

INTRODUCCIÓN

Ciencia y Sociedad

La sociedad actual está profundamente influenciada por la ciencia y la tecnología, por lo que la educación debería equipar a los individuos con la capacidad de apreciar tanto los beneficios como los costes de las aplicaciones científicas, así como de analizar y discutir temas socio-científicos. La participación de los ciudadanos en estos procesos conectarán mejor los valores y las expectativas de la sociedad con los logros de la investigación, contribuyendo así a la investigación e innovación responsables (RRI).

Por tanto, la educación científica debería de ir encaminada a satisfacer estas demandas, y a asegurar no solo la formación de científicos/as de élite, sino también la alfabetización científica de ciudadanos; así, dicha alfabetización se ha de dirigir hacia la construcción de conocimiento significativo en los estudiantes que le ayude a usar conceptos científicos, desarrollar un pensamiento crítico así como a tomar decisiones informadas que repercutan en su vida diaria (Gutierrez, 2015).

La educación científica debe proporcionar, tanto a especialistas de la ciencia como no especialistas, el conocimiento, competencias y valores necesarios para poder realizar su propia contribución a la sociedad. Así pues, la excelencia en estos dos objetivos es esencial para el desarrollo de sociedades tecnológicas y para los objetivos del RRI en un mundo democrático (Ariza, Abril, Quesada y García, 2014).

Por otro lado, la investigación didáctica muestra un impacto positivo de metodologías que fomentan el aprendizaje por investigación guiada (*Inquiry Based Learning*, IBL) en la educación científica (Furtak, Seidel, Iverson y Briggs, 2012), así como un efecto de los temas socio-científicos para facilitar las habilidades de los estudiantes en las tomas de decisiones que impliquen aspectos éticos (Gutierrez, 2015). Así pues, el grupo de investigadores implicados en el proyecto PARRISE¹ han desarrollado una aproximación educativa innovadora denominada aprendizaje basado en la investigación de temas socio-científicos (*Socio Scientific Inquiry Based Learning*, SSIBL), la cual integra también componentes de la educación ciudadana para el RRI (Ariza y otros, 2014).

A pesar de las evidencias sobre los beneficios de estas metodologías, y la orientación en general positiva del profesorado hacia el IBL (Abril, Ariza, Quesada y García, 2014), el informe TALIS (2009) indica que en España todavía predominan las pedagogías de tipo transmisivo y la resolución de problemas altamente estructurados (OECD, 2009). Es decir, con respecto al contexto educativo, el informe TALIS ya informa que, aunque en España la sociedad cree que en la escuela debería de imperar el marco constructivista (en detrimento de un enfoque más tradicional y transmisivo), en la realidad las prácticas docentes orientadas a la participación del alumnado son, por lo general, poco empleadas. Con respecto al tipo de actividades que se llevan a cabo en las aulas de ciencias en España, hay que decir que las prácticas estructuradas (problemas cerrados) son las más frecuentes, mientras que aquellas que requieren participación del estudiante o que simplemente están orientadas a éstos, son muy escasas.

El cambio de las prácticas docentes no es una tarea fácil; la literatura especializada muestra que para que una reforma educativa sea eficaz se necesita tener en cuenta múltiples factores interconectados que afectan a las prácticas del profesorado (Dorier y García, 2013; Jones y Eick, 2007; Maaß y Doorman, 2013).

Contexto educativo español

En los últimos 40 años, se han sucedido un total de 6 leyes educativas en España, y algunas de ellas no se habían implantado totalmente cuando ya eran derogadas. En todo este tiempo, entre otros cambios, la educación obligatoria se ha ampliado de los 14 a los 16 años o han variado los objetivos educativos desde aquellos más enfocados a la formación de especialistas hacia los más orientados a la alfabetización científica.

En este contexto de continuo cambio creemos conveniente mostrar en el presente trabajo no solo el marco curricular que se está implantando en la actualidad (LOMCE, Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa y los Reales Decretos que la desarrollan), sino también el marco curricular anterior (LOE, Ley Orgánica de Educación, y los Reales Decretos que la desarrollan). Este estudio histórico, aunque breve, nos puede dar una idea de hacia dónde se dirigen las políticas educativas en España en los tres pilares básicos que nos interesan desde el marco del aprendizaje por investigación de temas socio-científicos (SSIBL):

- Educación científica basada en la investigación (IBSE)
- Educación ciudadana (CE)
- Educación sobre cuestiones socio-científicas (SSI)

¹ PARRISE es acrónimo de Promoting Attainment of Responsible Research and Innovation in Science Education. <http://www.parrise.eu>; <http://www.ujaen.es/investiga/parrise/ESP/>

Diferentes estudios a nivel europeo como el informe Rocard (2007), que ratifica el diagnóstico de la situación detectado por la OCDE, el Eurobarómetro y el informe PISA (2009, 2012), indican que existe un descenso alarmante en el interés de los jóvenes por los estudios de ciencias. Esto supone una gran amenaza para el futuro de la sociedad, que pudiera verse mermada en su capacidad de investigar e innovar (Gago, 2004; Osborne y Dillon, 2007). En España concretamente este hecho se agrava debido a la situación social, donde la inversión en ciencia y tecnología ha descendido en los últimos años y la profesión de científico/a es cada vez menos atractiva.

Existen trabajos previos en los que se han detectado obstáculos que dificultan la implementación del IBSE en España; el profesorado en ejercicio cree que éstos son debidos sobre todo a la ausencia de materiales adecuados o a la falta de tiempo para desarrollar el plan de estudios (Abril, Ariza, Quesada y García, 2014).

Teniendo en cuenta todo lo anterior, en el presente trabajo pretendemos analizar el contexto educativo español para así identificar qué factores favorecen u obstaculizan la inclusión de SSIBL en las aulas. El estudio será completado con el análisis de los puntos de vista de algunos expertos y de profesorado en ejercicio que nos ayudarán a identificar los retos y las oportunidades.

METODOLOGÍA

Para estudiar hasta qué punto las características del SSIBL están presentes en el currículo relacionado con Biología se ha realizado un análisis detallado de las dos últimas legislaciones educativas españolas, lo que nos puede proporcionar una ligera idea de la tendencia. La legislación analizada ha sido por un lado la Ley Orgánica de Educación (LOE) de 2006 y la normativa que lo desarrolla relacionada con Educación Primaria y Educación Secundaria Obligatoria; por otro lado se ha analizado la Ley Orgánica para la Mejora de la Ley Educativa (LOMCE) de 2014 junto con la normativa que la desarrolla. El estudio llevado a cabo se ha centrado en los textos introductorios, objetivos generales, asignaturas que incluyen cada aspecto y criterios de evaluación. Las categorías a identificar han sido cuatro: IBSE, CE, RRI, SSI.

Por otro lado, y con el fin de identificar los obstáculos y retos para implementar SSIBL en las aulas españolas hemos llevado a cabo una encuesta escrita a dos grupos de personas: tres profesionales de la Educación Científica y nueve profesores en ejercicio asistentes a un curso de formación centrado en el proyecto PARRISE. Las respuestas tanto de expertos como de profesorado en ejercicio han sido analizadas por dos investigadores de manera independiente usando métodos de tipo cualitativos (Strauss y Corbin, 1998).

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

¿Hasta qué punto SSIBL está integrado en el currículo científico español?

Tras llevar a cabo el análisis comparado de las legislaciones educativas españolas de 2006 y 2014 relacionadas con Educación Primaria y Educación Secundaria, podemos extraer algunos datos.

En los principios generales de la legislación de 2014, tanto de Educación Primaria como de Educación Secundaria, se le da mayor importancia a la relación con la sociedad que en la ley anterior; por ejemplo, en la legislación de 2014 se incluyen objetivos tales como “Ejercer la ciudadanía democrática, desde una perspectiva global, y adquirir una conciencia cívica responsable, inspirada por los valores de la Constitución española así

como por los derechos humanos, que fomente la corresponsabilidad en la construcción de una sociedad justa y equitativa”

Por otro lado, si nos centramos en el esquema general de la organización relacionada con los contenidos de Biología, podemos observar algunas diferencias en la Figura 1.

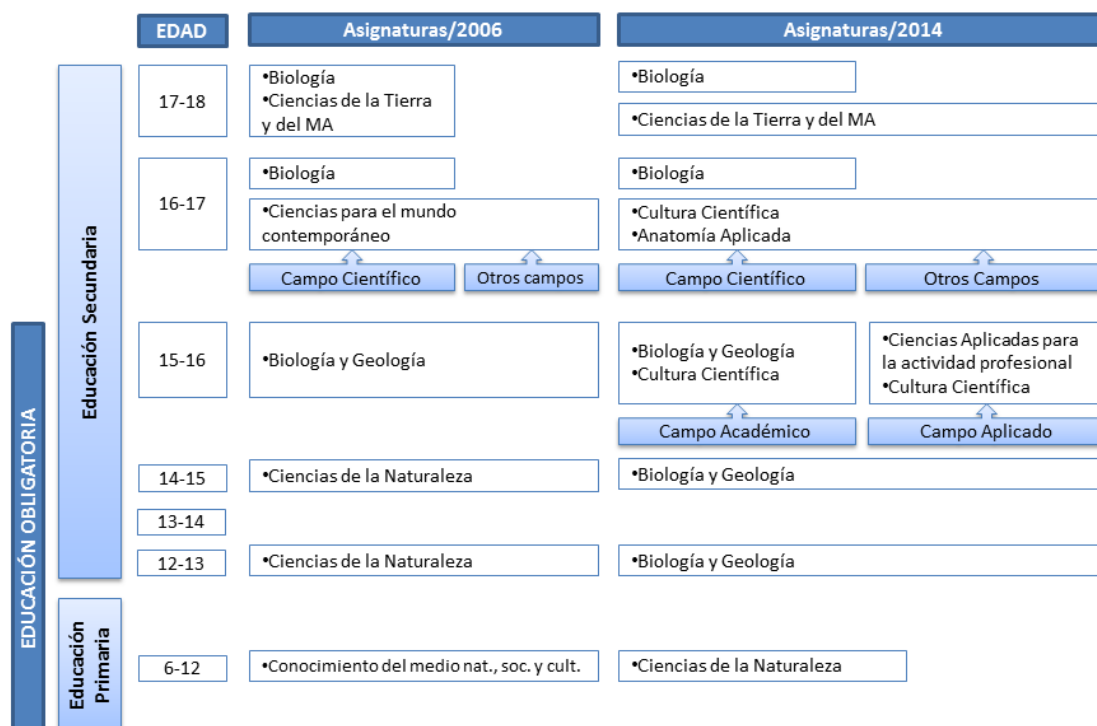


Figura 1. Esquema general de la organización de las asignaturas que incluyen contenidos de Biología en las legislaciones de 2006 y de 2014. Elaboración propia

De esta comparativa se deduce que:

En cuanto al número y tipos de asignaturas se observa que:

- En Educación Primaria en la actual legislación se ha aumentado la especialización en Ciencias ya que existe una asignatura únicamente dedicada a las Ciencias de la Naturaleza.
- Con respecto a asignaturas de ESO, de nuevo se observa que en la actualidad la especialización aparece pronto en el currículo, teniéndose Biología y Geología desde el primer curso de ESO.
- Así mismo, en la legislación de 2014, a partir 15-16 años, se observa un mayor número de asignaturas relacionadas con Biología, ofreciéndose incluso a aquellos estudiantes que no han elegido la opción Científica para su formación.
- Por último en la Educación Secundaria no obligatoria se observa un incremento también de las asignaturas relacionadas con Ciencias para estudiantes que no han elegido la opción científica en su carrera académica.

Con respecto a los contenidos incluidos en las diferentes asignaturas se detecta que los contenidos disciplinares dominan sobre aquellos relacionados con epistemología, historia de la Ciencia o controversias socio-científicas.

¿Cuáles son los principales aspectos que dificultan la implementación de SSIBL en España y cómo pueden afrontarse?

Para detectar los obstáculos que tanto la IBSE, CE, RRI y SSI podrían tener en el contexto español hemos diseñado una encuesta dirigida por un lado a tres especialistas en Educación Científica, y por otro lado a nueve profesores en ejercicio en el marco de un curso de formación orientado en estos temas.

El foco de atención en la encuesta que se les ha solicitado a los participantes está puesto en diferentes aspectos que interfieren en el éxito de la implementación de la propuesta SSIBL en España. A continuación se comentan algunos de los obstáculos más frecuentemente señalados tanto por los especialistas como por el profesorado en ejercicio y que dificultarían la implementación del SSIBL en las aulas españolas. Así mismo se muestran algunas sugerencias dadas por ambos colectivos para superar dichas dificultades.

Por un lado, los especialistas creen que el principal obstáculo que dificultaría la conexión del **SSIBL** con el currículo es compatibilizar éste con el contenido científico-curricular y con el horario del Centro. Según ellos, esto podría superarse siempre y cuando los ejemplos elegidos sean los adecuados y las actividades se incluyan con la complicidad del equipo directivo en el proyecto educativo del Centro. En esta misma línea, los expertos opinan que las actividades deben de conectar con los intereses de los estudiantes, para lo que se debería de oír sus preferencias. En este sentido el profesorado en ejercicio inciden en la necesidad de encontrar contextos presentes en el currículo, pero aparecen dificultades tales como la coordinación entre profesores debido a la naturaleza interdisciplinar de las tareas o la falta de tiempo. Sin embargo proponen que estas dificultades podrían solventarse estableciendo grupos de trabajo de profesores centrados en facilitar este enfoque en el centro, trabajando SSIBL solamente con algunos temas e incluso informando a diferentes ámbitos (Centro, sociedad, padres, etc.) de las acciones a llevar a cabo para que SSIBL *viva* en el aula.

Otro aspecto clave para que el SSIBL tiene que ver con la necesidad de desarrollar el. Los expertos opinan que estas metodologías conllevan una inversión considerable de tiempo y está perjudicada por la implantación masiva de los libros de texto (lo que también es expuesto por el profesorado en ejercicio). Estas dificultades podrían superarse a través de la formación del profesorado y la limitación en el uso de los libros de texto. Por su parte, el profesorado en ejercicio indica que la dificultad de implementar IBL generalmente radica en la falta de acciones para conocer qué destrezas y conocimientos necesitan los estudiante para llevar a cabo lo que se les propone, así como por la exigencia de “cumplir con el currículo”, pensando (de manera errónea) que con las actividades IBL no se pueden enseñar contenidos disciplinares. Este colectivo también hace alusión de la dificultad de guiar la clase con una gran diversidad en el perfil de los estudiantes. Por lo tanto, la superación de estos obstáculos radica en la capacidad para diseñar materiales IBL o en la de diseñar acciones para conocer las destrezas y conocimientos que deben tener los estudiantes que las afronten.

Con respecto a la generación de controversias socio-científicas (**SSI**) los expertos afirman que puede ser una labor difícil por la falta de tiempo, pero que con una buena planificación y unos buenos materiales suplementarios se podría conseguir; se sugiere partir de las visiones ingenuas de los estudiantes, las cuales podrían ser el motor de la controversia. En este tema son varios los profesores en ejercicio que hacen alusión al elevado número de estudiantes por clase, lo que les impide guiar una actividad SSI; así mismo comentan

la falta de formación del profesorado para llevar a cabo esta tarea de guía o incluso la de diseño de materiales SSI.

Por último, el modelo SSIBL debe promover la discusión y la deliberación, la argumentación crítica y responsable de los ciudadanos (**CE y RRI**); sin embargo, nuestros estudiantes no están en un entorno social donde esto se favorezca, por lo que es un tema que se tiene que trabajar en las aulas; los expertos proponen que se comience a trabajar este aspecto adquiriendo compromisos de trabajo en grupo que permitan diferenciar opiniones, evidencias, hechos y argumentos. El profesorado en ejercicio, por su parte, también señala la dificultad de trabajar promoviendo la argumentación crítica y responsable, más aun cuando en la misma clase pueden existir grupos de estudiantes con diferente nivel de interés por algún tema.

REFLEXIÓN FINAL

Siguiendo una aproximación cualitativa, el presente trabajo ofrece una imagen de la tendencia actual de la legislación educativa española y sus posibles consecuencias en la implementación de un aprendizaje de temas socio-científicos basado en la investigación. El análisis de los aspectos más generales de los documentos curriculares podría sugerir que el contexto normativo favorece la *supervivencia* de SSIBL en las aulas españolas, la realidad es que se ha producido un incremento de contenido disciplinar en detrimento de temas más relacionados con controversias socio-científicas. Por su parte, los expertos en Educación Científica y el profesorado de Ciencias en ejercicio detectan obstáculos tanto de tipo organizativo en los Centros como de tipo personal en el profesorado, que dificultarían la puesta en marcha de SSIBL. No obstante, esta identificación de barreras nos ha permitido obtener posibles soluciones, desde los propios implicados (el profesorado en ejercicio), hecho que creemos muy positivo y que nos anima a seguir trabajando para que el aprendizaje de temas socio-científicos sea pronto una realidad en las aulas españolas.

BIBLIOGRAFÍA

Abril, A. M., Ariza, M. R., Quesada, A. y García, F. J. (2014). Creencias del profesorado en ejercicio y en formación sobre el aprendizaje por investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(1), 22-33.

Ariza, M. R., Abril, A. M., Quesada, A. y García, F. J. (2014). Bridging inquiry based learning and science education on socio scientific issues: contributions to the PARRISE European Project. In L. Gómez Chova, A. López Martínez, I. Candel Torres (Eds.) In INTED2014, Proceedings, 8th International Technology, Education and Development Conference. (pp. 2599-2607). Valencia (Spain): IATED Academy.

Dorier, J. y Garcia, F. J. (2013). Challenges and opportunities for the implementation of inquiry-based learning in day-to-day teaching. *ZDM Mathematics Education*, 45(6), 837-849.

Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H. y Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329.

Gago, J. M. (2004). Europe needs More Scientists: Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology. Brussels: European Commission.

Gutierrez, S. B. (2015). Integrating Socio-Scientific Issues to Enhance the Bioethical Decision-Making Skills of High School Students. *International Education Studies*, 8,(1), 142-151.

Informe PISA (2009). Último acceso el día 11 de febrero de 2016 desde <http://www.mecd.gob.es/dctm/ministerio/horizontales/prensa/notas/2011/20110627-resumen-ejecutivo-informe-espanol-pisa-era-2009.pdf?documentId=0901e72b80d241d7>

Informe PISA (2012). Último acceso el día 11 de febrero de 2016 desde <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2012/pisa2012lineavolumeni.pdf?documentId=0901e72b81786310>

Informe Rocard (2007). Último acceso el día 11 de febrero de 2016 desde http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf.

Informe TALIS (OCDE) Estudio Internacional sobre la enseñanza y el aprendizaje. Informe Español. (2009). Último acceso el día 10 de febrero de 2016 desde <http://www.mecd.gob.es/dctm/cee/encuentros/xxiencuentro/xxieccee04talis2009.pdf?documentId=0901e72b813f69f1>

Jones, M. T. y Eick, C. J. (2007). Implementing Inquiry Kit Curriculum: Obstacles, Adaptations And Practical Knowledge Development In Two Middle School Science Teachers. *Science Education*, 91(3), 492-513.

Maaß, K. y Doorman, M. (2013). A model for a widespread implementation of inquiry-based learning. *ZDM—The International Journal on Mathematics Education*, 45(6), 779–795.

Osborne, J. y Dillon, J. (2008). Science Education in Europe: Critical Reflections. A Report to the Nuffield Foundation. Último acceso el 22 de enero de 2015, desde http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf

Strauss A. y J. Corbin (1998). *Basics of qualitative research. Techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.

A Investigação e Inovação Responsáveis em sala de aula: percepções de alunos e professores quanto às potencialidades e limitações das atividades do projeto IRRESISTIBLE

Azinhaga, P., Marques, A. R.

Instituto de Educação, Universidade de Lisboa

patricia.azinhaga@campus.ul.pt

RESUMO

A Investigação e Inovação Responsáveis requerem uma estreita cooperação entre a ciência e a sociedade. O projeto IRRESISTIBLE surge com o intuito de envolver professores, alunos e o público no processo de Investigação e Inovação Responsáveis, através do desenvolvimento de módulos sobre temas científicos relevantes desenhados segundo a abordagem Inquiry Based Science Education. Tendo como finalidade conhecer as percepções de alunos e professores quanto às potencialidades e limitações das atividades sobre tópicos científicos segundo uma perspetiva de Inovação e Investigação Responsáveis em contexto sala de aula, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas aos alunos e professores envolvidos na implementação dos módulos desenvolvidos pelo parceiro português, cujas transcrições se submeteram a análise de conteúdo.

Palavras chave

Projeto IRRESISTIBLE; Investigação e Inovação Responsáveis, IBSE

INTRODUÇÃO

A Investigação e a Inovação têm vindo a transformar o mundo em que vivemos. Dos telemóveis à Internet, passando pelos mais recentes tratamentos no combate a determinadas doenças, como o cancro, a ciência e a tecnologia têm o potencial de mudar as nossas vidas. Contudo, além de promoverem desenvolvimento criam também novos riscos e dilemas éticos, tais como a sustentabilidade do planeta, a segurança dos recursos, o envelhecimento saudável e a saúde global. Assim, a responsabilização pelos desenvolvimentos que afetam profundamente a vida da sociedade não diz apenas respeito à ciência e aos cientistas mas a todos os atores sociais. Neste sentido, a União Europeia, com vista a aproximar a ciência dos cidadãos tem vindo a focar a sua atenção na Investigação e Inovação Responsáveis (Comissão Europeia, 2012). Para tal, é fundamental a participação conjunta e inclusiva de todos os atores sociais nos processos e produtos da Investigação e Inovação para que estes estejam de acordo com os valores, necessidades e expectativas da sociedade (Taebi et al. 2014; Sutcliffe 2011).

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

O conceito de Investigação e Inovação Responsáveis (IIR) é recente e encontra-se ainda em evolução (Sutcliffe, 2011). Von Schomberg (2011, 2013) define IIR como um processo transparente e interativo pelo qual atores sociais e inovadores se tornam mutuamente responsáveis com vista à aceitabilidade, sustentabilidade e desejabilidade

social do processo de inovação e dos seus produtos, de modo a permitir a incorporação adequada dos avanços científicos e tecnológicos na sociedade. Para Stilgoe, Owen & Macnaghten (2013) o conceito de Investigação e Inovação Responsáveis tem um carácter mais amplo, significando para os autores um “cuidar do futuro através de coordenação e colaboração coletiva da ciência e inovação no presente”.

Hilary Sutcliffe (2013) define no seu relatório sobre IIR as seguintes dimensões: a) Envolvimento – participação conjunta de investigadores, indústria e sociedade civil no processo de investigação e inovação; b) Igualdade de género – desbloquear todo o potencial da sociedade; c) Educação científica – educação criativa capaz de responder às necessidades futuras da sociedade; d) Ética – assegurar uma maior relevância e aceitação social dos resultados da investigação e inovação; e) Livre acesso – acesso livre e online aos resultados da investigação financiada publicamente, e f) Governança – os decisores políticos são responsáveis pelo desenvolvimento de modelos harmoniosos para uma Investigação e Inovação Responsáveis.

Para uma efetiva IIR é fundamental desenvolver uma estratégia apropriada de envolvimento inovador e mutuamente proveitoso dos diferentes grupos que fazem parte do público (Sutcliffe, 2013). A comunidade escolar – alunos, professores e demais envolvidos – é um dos grupos públicos de grande potencial na prática e disseminação da Investigação e Inovação Responsáveis pelo facto de envolver jovens, adultos, formadores, e pela sua ligação a diversos componentes da governação.

O projecto IRRESISTIBLE

O projeto IRRESISTIBLE¹ – Including Responsible Research and Innovation in cutting-edge Science and Inquiry-based Science Education to improve Teacher's Ability of Bridging Learning Environment – surge com a finalidade de envolver professores, alunos e público no processo de IIR, estimulando uma tomada de consciência acerca da necessidade de cooperação entre investigação científica e sociedade em prol de uma Investigação e Inovação que sejam, de facto, responsáveis.

O projeto parte de uma abordagem que combina a educação formal (escola) e informal (centros e museus de ciência) tendo em vista a introdução de temas científicos de ponta em contexto sala de aula. Tem como finalidade a familiarização dos alunos com a ciência atual, promovendo-se simultaneamente a discussão sobre as questões da IIR. O envolvimento de alunos e professores na IIR é concretizado através da aplicação em sala de aula de módulos sobre temas científicos atuais concebidos pelas Comunidades de Aprendizagem (CdA) de cada país parceiro do projeto, abordando aspetos da IIR. Cada país foi responsável pela conceção de um ou mais módulos de ensino temáticos, testados pela sua CdA (fase I) e dos países parceiros (fase II), sendo a sua implementação avaliada através de estudos de caso. Os módulos produzidos encontram-se disponíveis no website do projeto <http://www.irresistible-project.eu/index.php/>.

As CdA envolvem a participação de professores de ciências, educadores em ciência, cientistas que investigam nas áreas científicas selecionadas para o desenvolvimento de módulos e especialistas em educação não formal. Cada um dos grupos de participantes da CdA trará um contributo específico tendo em conta a sua experiência, nomeadamente

¹ IRRESISTIBLE is a coordination and support action under FP7-SCIENCE-IN-SOCIETY-2013-1, ACTIVITY 5.2.2 Young people and science: Topic SiS.2013.2.2.1-1 Raising youth awareness to Responsible Research and Innovation through Inquiry Based Science Education. This project has received funding from the European Union's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement no 612367.

a experiência com o trabalho em sala de aula pelos professores; uma base teórica sólida sobre a educação pelos educadores de ciência; o conhecimento sobre ciência de ponta pelos investigadores e a experiência em actividades de aprendizagem informal e centros de ciência pelos especialistas em educação não formal.

A CdA Portuguesa é composta por cinco educadores em ciência, quatro cientistas, um especialista em educação não formal e 30 professores de ciências. O contacto com os cientistas participantes na CdA ocorreu através de sessões nas quais os professores puderam construir conhecimento nas diversas áreas científicas e através de palestras com os alunos ou visitas a institutos de investigação. Os educadores em ciência apoiaram o processo de implementação dos módulos, através do desenvolvimento de várias sessões de apoio aos professores e suporte à implementação dos módulos em sala de aula. Os especialistas em educação não formal partilharam o seu conhecimento acerca das especificidades a ter em conta no processo de planeamento e construção da exposição interativa.

Módulos de ensino temáticos

Dos vários módulos de ensino produzidos pela CdA Portuguesa foram seleccionados dois para testagem - Ciência Polar e Geoengenharia do Clima. Após a seleção dos módulos pelos professores, teve lugar a fase de testagem nas escolas, com o apoio da CdA, estando a decorrer o segundo ano de testagem.

Os módulos temáticos abordam aspetos da IIR relativos a um tema científico atual, nomeadamente implicações sociais e ambientais, aspetos éticos, entre outros. Cada módulo, desenhado segundo a abordagem Inquiry Based Science Education, compreende o modelo de ensino dos 5E de Rodger Bybee (2002): *Engage*, *Explore*, *Explain*, *Elaborate* e *Evaluate* e promove o recurso a aplicações da Web 2.0. Ao modelo surgem adicionadas duas etapas – *Exchange* e *Empowerment*², extendendo o modelo de 5E para 7E. Os módulos incluem ainda sugestões metodológicas para os professores sobre a implementação em sala de aula e disponibilizam fontes de informação adicionais sobre o tema (Figura 1). Todos os módulos culminam com uma exposição interativa sobre o tema investigado, planeada pelos alunos, que realce os fenómenos e propriedades mais relevantes do tema científico e aborde as implicações sociais e ambientais, numa perspetiva de Investigação e Inovação Responsáveis.

Content for teachers

Task for students

Implies the use of a computer and the www

Task that implies reflexion & discussion

Sources for research

Video resources

Research task

Text

RRI practices in polar science - Examples

Engagement

Polar Bear Citizen Science Project

Have you ever wondered what it's like to be a scientist? Armed with cameras, visitors to Churchill, Manitoba, help our field researchers gather data on the polar bears that approach Tundra Buggies® during the polar bear migration each fall so we can develop a photographic record of their health and condition. The long-term monitoring study will also track the sex and age of the observed bears.

Why is this important? The data will help scientists get the big picture on the physical well-being of the population. Ultimately, the technique will allow comparisons among different geographic regions.

Website: www.polarbearsinternational.org/research-programs/citizen-science-project

Figura 1. Exemplo de atividades e informação presentes no módulo sobre Ciência Polar.

² O modelo oficial adotado pelo IRRESISTIBLE contempla apenas 6E, sendo que a etapa *Empowerment* foi uma proposta inovadora da equipa portuguesa.

METODOLOGIA

O presente trabalho apresenta um estudo qualitativo centrado nas percepções dos professores e dos alunos que implementaram os módulos desenvolvidos pela Cda Portuguesa do IRRESISTIBLE relativamente às potencialidades e limitações das atividades presentes nos módulos na promoção de atitudes positivas relativas à IIR e sua relevância. Foi acompanhada a implementação dos módulos sobre Ciência Polar e Geoengenharia do Clima, em contexto sala de aula, realizada por cinco professores (quatro desenvolvendo atividades em par disciplinar) e 4 turmas – duas do 8.º ano e duas do 10.º ano de escolaridade de duas escolas distintas. A recolha de dados foi realizada através de entrevistas semi-estruturadas a um grupo de 6 a 10 alunos das turmas envolvidas na implementação dos módulos e respetivos professores, de modo a identificar as suas percepções quanto ao impacto das atividades propostas nos módulos no desenvolvimento de conhecimento, competências e atitudes relativas à IIR e às dificuldades e limitações sentidas na realização das atividades propostas. As entrevistas realizadas tiveram por base um guião de entrevista previamente construído, estruturado com questões diretas e claramente formuladas, visando a interpretação da situação pelos alunos e professores, permitindo obter redundância na informação (Stake, 2011; Tuckman, 2005). Todas as entrevistas foram gravadas em suporte áudio e transcritas para posterior análise de conteúdo.

RESULTADOS

Apresentam-se e discutem-se os resultados segundo as percepções dos alunos e professores quanto a) ao impacto das atividades propostas nos módulos no desenvolvimento de conhecimento e competências relativas à IIR e b) às dificuldades e limitações sentidas no desenvolvimento das atividades sobre IIR presentes nos módulos.

Impacte das atividades propostas nos módulos no desenvolvimento de conhecimento e competências relativas à IIR

As atividades presentes nos módulos de ensino concebidos no âmbito do IRRESISTIBLE procuram que os alunos investiguem sobre temas científicos atuais perspetivados segundo a Investigação e Inovação Responsáveis, seguindo o modelo IBSE ampliado dos 5E, e construam conhecimento com vista ao planeamento e desenvolvimento de uma exposição interativa com a finalidade de educar a comunidade. Os alunos consideram que as atividades presentes nos módulos promoveram aprendizagens diferentes das que ocorrem usualmente em sala de aula, sobre temas distintos, atuais e pertinentes e reconhecem que as estratégias adotadas lhes permitiram construir conhecimento sobre os temas científicos desenvolvidos nos módulos – Ciência Polar e Geoengenharia do Clima – e sobre o próprio processo de investigação científica.

“Aprendi também várias características acerca dos polos que eu não tinha ideia! Até porque muitas vezes quando pensamos nos polos pensamos logo em agrupá-los e que têm coisas muito semelhantes, e no fundo, no fim quando vamos pesquisar acabamos por encontrar características bastante diferentes! Assim como também não tinha a noção de que Portugal estava tão envolvido, como outros países, na Ciência Polar.” (Aluno)

“Aprendi que a Geoengenharia é a ciência que estuda as alterações climáticas através das novas tecnologias. Aprendemos algumas estratégias que estão a ser sugeridas para serem aplicadas para, pronto...diminuir o aquecimento global.” (Aluno)

“Aprendemos que um estudo ou uma investigação nem sempre tem os resultados que se esperam e nem sempre se chegam a resultados que contribuem assim muito para o avanço da ciência, mas que podem contribuir para estudos posteriores.” (Aluno)

A abordagem à IIR está presente em todos os módulos. Os temas científicos abordados são controversos por se relacionarem com as alterações climáticas atualmente observadas e suas implicações, justificando fortemente a necessidade de uma investigação científica nestes domínios, pautada por princípios de responsabilidade, de modo a alinhar-se com as necessidades da sociedade. Muitos alunos revelaram que a IIR foi uma novidade, evidenciando alguma surpresa, quer para determinados aspetos que conferem responsabilidade a uma investigação, quer para a situação atual relativa a algumas dimensões. Os alunos consideram que as atividades desenvolvidas no âmbito dos módulos lhes permitiram aprender sobre IIR e compreender as diversas dimensões adotadas pelo projeto, bem como a sua importância.

Em relação à IIR aprendemos sobre as 6 dimensões. Não era uma coisa que já tivéssemos ouvido falar. livre acesso...A igualdade de géneros...Tem que envolver o povo, para além dos cientistas, o governo, toda a gente mesmo para ter um pouco da opinião de toda a gente.” (Aluno)

“...a nível da investigação e inovação responsável, nós até podemos na nossa vida às vezes referir isso numa conversa, mas tenho uma noção muito melhor do que é e de que é necessário ter várias dimensões que devem ser cumpridas para no fim termos uma investigação muito mais responsável!” (Aluno)

“Por exemplo a questão do livre acesso nos artigos científicos hoje em dia, por exemplo na internet ou em formato digital. Não sabia ou não tinha a noção, vá, que isso fazia parte de um parâmetro para considerar que a investigação era responsável e que a inovação estava a ser ou não responsável, por exemplo.” (Aluno)

“As mulheres, afinal, são discriminadas! Eu pensava que inicialmente apenas era uma escolha pessoal das mulheres não participar nos projetos, mas tendo em conta isto eu aprendi que se trata de formas de discriminação e não de interesse. “ – e à dimensão Livre Acesso, com a qual a maioria dos alunos foram confrontados ao tentarem aceder aos artigos que iriam analisar.” (Aluno)

As percepções dos professores vão ao encontro das dos alunos, considerando que estes aprenderam. Os professores reconhecem que as atividades propostas nos módulos promovem aprendizagens relativas ao tema científico, ao processo de Investigação e ao conceito de IIR, sendo visível a construção de conhecimento sobre os referidos temas nos objetos produzidos para a exposição interativa.

“Se não tivesse sido o empenho que eles demonstraram, não seria visível. Mas durante o percurso que fizeram muitas coisas aprenderam principalmente sobre IIR e ciência polar, percebi isso nos produtos que apresentaram na exposição e na forma como os apresentaram.” (Professor)

[Aprendizagens dos alunos] *“As dimensões. E nota-se nos produtos que eles realizaram na banda desenhada; eles focavam-se um pouco mais nas questões do que era a Geoengenharia e técnicas de Geoengenharia mas depois, quando nós começamos a puxar um pouco mais para as dimensões, eles lembravam-se das discussões que tinham tido e até conseguiram construir perguntas interessantes.” (Professor)*

“Outro ponto a favor é que eles entenderam que a comunidade científica não são meras pessoas fechadas... Eles aprenderam que aquilo que eles fazem, passa cá para fora e que depois tem uma aplicação prática. Ou pode vir a ter uma aplicação prática! Portanto, eu acho que eles aí viram melhor o que é que é o papel de um investigador, de um cientista, vá!” (Professor)

Além das aprendizagens realizadas sobre o tema científico e sobre a IIR, os professores consideram também que as atividades presentes nos módulos levam os alunos a desenvolver competências de organização e a tomarem consciência das suas capacidades,

referindo como um aspeto a destacar o facto de os alunos terem ficado mais conscientes acerca importância da sua participação.

“Eu penso que se eles se voltarem a envolver num projeto com esta dimensão ...que eles não vão ter tanto receio! Da próxima vez que forem já sabem que há várias fases e têm que passar por elas todas, não podem fugir a nenhuma! E vão estar mais focados, vão ter mais iniciativa! – eu pelo menos acredito que sim! Eu acho que eles aprenderam bastante.” (Professor)

“...Depois eu acho que também perceberam que há várias pessoas envolvidas, portanto, não são só aquelas pessoas fechadas – isso foi a base do nosso trabalho! É os governantes, que têm um papel muito importante; as próprias pessoas, a própria sociedade e eles próprios, que também poderão participar. Isso é um dos aspetos positivos daquilo que ficou para os alunos.” (Professor)

Dificuldades e limitações sentidas no desenvolvimento das atividades sobre Investigação e Inovação Responsáveis presentes nos módulos

Apesar das potencialidades das atividades propostas nos módulos de ensino temáticos apontadas por alunos e professores, os alunos manifestaram algumas dificuldades e limitações associadas. A novidade e o desconhecimento dos temas científicos abordados e do próprio conceito de IIR constituíram a primeira dificuldade quer para alunos quer para professores. Contudo estas dificuldades foram-se desvanecendo com o desenvolvimento das atividades propostas para a exploração dos temas científicos e com as estratégias desenhadas para a integração da IIR na discussão dos temas e na análise de exemplos concretos, facilitando a compreensão das suas diversas dimensões.

“Escolhemos abordar este assunto numa aula de discussão: nós elaboramos algumas questões e depois em aula fizemos uma discussão com base nelas, uma discussão em grande grupos, com as duas professoras. Eu acho que tinha que ser assim porque – eu estou recordada – no início eles nem estavam a querer participar mas a partir do momento em que a Margarida deu um exemplo – já não me lembro se foi sobre a ética...!? Sobre a bomba atómica!... Eu acho que eles com o exemplo perceberam do que é que estávamos a falar e aí começaram a participar e a lembrarem-se, eles próprios, de exemplos. Porque as dimensões, no abstrato, para eles era difícil compreender. Tinham que estar concretizadas na forma de exemplos” (Professor)

A pesquisa e seleção de informação foi também uma dificuldade enunciada pelos alunos, revelando algumas limitações na seleção das fontes de informação e na transposição de uma linguagem complexa para uma linguagem mais simples, a utilizar nos objetos a constar da exposição interativa. Também a gestão do trabalho em grupo, foi sentida como uma dificuldade, aspeto manifestado por alguns alunos; no entanto estas dificuldades acabaram por dissipar-se ao longo do tempo.

“Os textos eram muito complexos, muito difíceis de compreender, e foi difícil por numa linguagem mais simples. Eram muito científicos. E foi também difícil saber o que era mais importante e menos importante na pesquisa.” (Aluno)

“Apesar de as opiniões serem mais divergentes e por vezes ser mais complicado! O facto de as opiniões serem mais divergentes, é gasto mais tempo a tentar planear, a tentar conciliar as opiniões para termos um projeto em que todos gostamos, em que todos queremos participar!” (Aluno)

As perceções dos professores relativamente às dificuldades sentidas pelos alunos na realização das atividades propostas nos módulos vai ao encontro das perceções dos próprios alunos. Na opinião dos professores, a etapa de pesquisa representou um desafio para os alunos, tendo sido referido que estes evidenciaram dificuldades a) na

organização da informação; b) na distinção entre a informação essencial e a acessória; e c) na compreensão dos conteúdos do tema, em virtude do grande número de fontes de informação disponibilizado:

“[Dificuldades dos alunos] Principalmente duas. Seleção da informação essencial e organização pois não estão habituados a este tipo de tarefas.” (Professor)

“Eles tiveram imensa dificuldade – como têm normalmente! – em distinguir aquilo que é essencial! Acho que foi a principal dificuldade e o tema também não é fácil. Ah! E acho que nós, inicialmente, demos muitas fontes de informação; devíamos ter selecionado – penso eu! Não sei se a P. concorda!? – mas acho que devíamos ter feito uma seleção e escolhido menos e melhor! Porque acho que eles perderam-se um bocadinho com tanta informação. Eles têm essa dificuldade normalmente.” (Professor)

O curto intervalo de tempo para o desenvolvimento de algumas tarefas, em especial a produção dos objetos para a exposição foi ainda mencionado pelos alunos como um aspeto que limitou a concretização plena das ideias iniciais, muitas delas altamente criativas:

“E eu acho que o aspecto negativo foi mesmo a falta de tempo! Eu acho que se tivesse começado desde o início do ano teria sido mais fácil.” (Aluno)

“Os aspectos negativos: foi o tempo e também o curto espaço para realizar as tarefas. Não só a tarefa final mas mesmo as tarefas mais individuais foram todas muito em cima e depois também coincidiram muito com os testes. Então foi complicado!” (Aluno)

Tais perceções foram corroboradas pelos professores, que referiram também a dificuldade na gestão do tempo como uma limitação, de modo a assegurar a realização das atividades dos módulos e o cumprimento do programa da disciplina.

“Teria de ter mais tempo para preparar.” (Professor)

CONCLUSÕES

De acordo com as perceções dos alunos e dos professores envolvidos na implementação dos módulos temáticos desenhados pela CdA Portuguesa no âmbito do IRRESISTIBLE, o desenvolvimento das atividades propostas, fomentou a) a mobilização de conhecimento sobre tópicos científicos atuais e sobre o conceito de IIR e respetivas dimensões, e b) o desenvolvimento de competências e atitudes relativas à IIR. Para os participantes, as diversas atividades dos módulos fomentam a integração das dimensões da IIR nos temas científicos abordados, promovendo a apropriação do conceito e das suas dimensões. Contudo, a introdução e a explicitação do conceito de IIR e das suas dimensões é evidenciada como uma das dificuldades sentidas pelos alunos e professores na implementação dos módulos.

Considera-se assim que a integração de atividades em contexto educativo numa perspetiva de IIR promove um maior conhecimento, atenção e sensibilização nos alunos e professores para a importância da IIR e das suas 6 dimensões. Como tal, as atividades propostas nos módulos concebidos no âmbito do projeto IRRESISTIBLE revelam-se uma estratégia positiva para o envolvimento dos alunos e professores na prática e disseminação da Investigação e Inovação Responsáveis.

BIBLIOGRAFIA

Bybee, R. W. (2002). *Learning science and the science of learning*. Arlington, VA: NSTA Press.

Comissão Europeia (2012). *Responsible Research and Innovation: Europe's ability to*

respond to societal challenges.

- IRRESISTIBLE Description of Work. (2013). *Including responsible research and innovation in cutting edge science and inquiry-based science education to improve teacher's ability of bridging learning environments.*
- Loucks-Horsley, S., Stiles, K. E., Mundry, S., Love, N., & Hewson, P. W. (2010). *Designing professional development for teachers of science and mathematics (3rd ed.)*. Thousand Oaks, CA, US: Corwin Press.
- Stake, R. E. (2011). *Pesquisa Qualitativa – Estudando como as coisas funcionam* (pp.263). Porto Alegre: Penso.
- Stilgoe, J., Owen, R., & Macnaghten, P. (2013). Developing a framework for responsible innovation. *Research Policy*, 42(9), 1568-1580.
- Sutcliffe, H. (2011). *A report on responsible research and innovation. Brussels: Matter, London.* Disponível em http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/rri-report-hilary-sutcliffe_en.pdf
- Taebi, B., Correlje, A., Cuppen, E., Dignum, M., & Pesch, U. (2014). Responsible innovation as an endorsement of public values: The need for interdisciplinary research. *Journal of Responsible Innovation*, 1(1), 118-124.
- Tuckman, B. (2005). *Manual de Investigação em Educação: Como Conceber e Realizar o Processo de Investigação em Educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Von Schomberg, R. (2011). *Towards responsible research and innovation in the information and communication technologies and security technologies fields. Available at SSRN 2436399.*
- Von Schomberg, Rene (2013). "A vision of responsible innovation". In: R. Owen, M. Heintz and J Bessant (eds.) *Responsible Innovation*. London: John Wiley, forthcoming.

Estratégias para a promoção da ação sociopolítica em contexto educativo: o Concurso PolarAct – Mensagem Polar

Azinhaga, P., Reis, P.

Instituto de Educação, Universidade de Lisboa.

patricia.azinhaga@campus.ul.pt

RESUMO

Os problemas sociocientíficos e socioambientais que a sociedade enfrenta atualmente reiteram uma educação em ciências capaz de educar para uma cidadania ativa, responsável e eficaz. Com o objetivo de identificar as principais competências desenvolvidas e as dificuldades manifestadas pelos jovens no desenvolvimento das tarefas propostas no concurso ‘PolarAct – Mensagem Polar’ e conhecer as potencialidades do concurso ‘PolarAct – Mensagem Polar’ na promoção da ação sociopolítica sobre os problemas que afetam as regiões polares, foram analisados os documentos produzidos no âmbito do concurso e realizadas entrevistas semi-estruturadas aos jovens participantes. Os dados obtidos foram submetidos análise de conteúdo. Os resultados revelam que a abordagem adotada no âmbito do concurso se revelou positiva na promoção da ação sociopolítica junto da maioria dos jovens, permitindo o desenvolvimento de competências de conhecimento, raciocínio, comunicação, atitudinais e de ação sociopolítica.

Palavras chave

Ação sociopolítica, Concurso PolarAct - Mensagem Polar, Regiões Polares, Educação em Ciências

INTRODUÇÃO

A história da Terra tem sido marcada por diversas alterações ambientais, sendo este um processo natural do planeta. Contudo, as alterações atualmente observadas não têm precedentes (IPCC, 2013; UNEP, 2012), constituindo hoje uma preocupação e um desafio global. É inequívoco o aquecimento do sistema climático (IPCC, 2013; UNEP, 2013), sendo clara a contribuição humana para este processo, em especial nas actividades que envolvem a emissão de gases com efeito estufa.

O aumento da temperatura global, o aumento do nível do mar, a diminuição das massas geladas e a acidificação dos oceanos são as alterações mais visíveis que afetam diferentes partes do globo, originado questões de cariz científico e ambiental que a todos dizem respeito. No entanto, é nas regiões polares que as alterações climáticas se têm feito sentir mais intensamente (AMAP, 2012; UNEP, 2013), com possíveis consequências globais, tais como ,alterações na circulação oceânica global e no padrão climático global.

Estas regiões envolvem atualmente questões sociocientíficas e socioambientais resultantes das alterações nelas observadas - em especial na região do Ártico - que incluem fortes dimensões políticas, económicas e éticas, derivadas de novas oportunidades para a exploração de recursos, para o comércio e para o desenvolvimento

económico. Tais oportunidades constituem desafios, não apenas para as regiões polares mas para o mundo em geral, pelos riscos ambientais e sociais – locais e globais – associados. Como tal, requerem-se respostas urgentes quer para a redução do ritmo das mudanças observadas nas regiões polares e, conseqüentemente, a nível global, como para o aumento da resistência a essas mudanças, sendo necessária uma colaboração e acção global.

A acção global implica uma sociedade consciente dos desafios que enfrenta. É evidente a necessidade de preparar os cidadãos para a resposta a tais desafios e para a tomada de decisão e acção fundamentada e eticamente adequada.

CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

O desenvolvimento de uma sociedade cientificamente literata é fundamental para que seja possível a participação pública na tomada de decisões (UNESCO, 2003) relativa aos problemas sociocientíficos e socioambientais que a sociedade enfrenta atualmente. Pressupõe-se um conceito de literacia científica com ênfase não apenas no conhecimento e em competências científicas, mas também na clarificação de problemas e negociação de possíveis soluções, através da abertura a um diálogo crítico e a uma participação ativa nos mecanismos democráticos, com vista a uma mudança eficaz (Hodson, 2010). Torna-se importante a mudança de um conceito de cidadão passivo, governado por uma elite iluminada – os especialistas –, a um cidadão ativo predisposto e apto a participar em processos de decisão e acção sobre questões de cariz científico e tecnológico, contribuindo para uma verdadeira sociedade democrática (Reis & Galvão, 2009). Neste sentido, a educação em ciência poderá ter um papel preponderante, devendo contribuir para a formação de cidadãos cientificamente cultos, capazes de participar de forma activa e responsável na procura de soluções que façam face aos desafios que a sociedade enfrenta. Para tal, são necessárias propostas curriculares que contemplem situações que permitam aos alunos questionar, encontrar os seus próprios caminhos de investigação, discutir diferentes perspectivas e desenvolver as suas próprias conclusões (Bencze & Carter, 2011; Reis, 2014).

Alguns estudos têm revelado o potencial da investigação e discussão de questões controversas de natureza sociocientífica como metodologia adequada ao desenvolvimento das competências necessárias a uma participação ativa e fundamentada em processos decisórios (Alsop & Bencze, 2010; Linhares, 2013; Reis, 2009). Contudo, perante os desafios que a sociedade enfrenta atualmente, é necessário dotar os alunos de capacidade e compromisso de acção responsável, apropriada e eficaz, ou seja, capacitar os alunos para a acção sociopolítica (Hodson, 2003, 2010). O envolvimento de professores e alunos em iniciativas de acção sociopolítica fundamentada em investigação é fundamental perante a gravidade das controvérsias sociocientíficas e socioambientais que afetam a nossa sociedade (Reis, 2013).

A acção sociopolítica pode assumir diferentes formas – mais ou menos direta, individual ou coletiva. Em contexto escolar ela desenvolve-se particularmente de modo coletivo (Jensen, 2002), sendo na sua maioria mais efetiva que as ações individuais (Hodson, 2014). A realização de iniciativas de acção sociopolítica comunitária – fundamentada em investigação – sobre questões sociocientíficas permite aumentar: a) o conhecimento acerca destas questões, b) as competências de investigação e de cidadania, e, possivelmente, c) o bem-estar dos indivíduos, das sociedades e dos ambientes (Bencze & Carter, 2011; Reis, 2013; Roth & Désautels, 2002; Sperling & Bencze, 2010). Permite, ainda, que os alunos desenvolvam as capacidades e as atitudes necessárias à sua libertação do controlo hegemónico dos especialistas e das empresas (Reis, 2013).

A ação sociopolítica requer práticas educativas fortemente centradas nos alunos e nos problemas. Requer ainda uma concepção do currículo como promotor de competências permitindo a tomada de decisão a vários níveis (conteúdo, sequência, atividades educativas) de acordo com as necessidades da sociedade, as características dos alunos e os contextos específicos e/ou globais em que vivem (Reis, 2013). São necessárias transformações na prática em sala de aula – nomeadamente nos tipos de atividades educativas propostas, nas formas de avaliação implementadas, nas fontes do conhecimento e de autoridade consideradas legítimas e no ambiente de sala de aula – e nas concepções sobre as finalidades da educação em ciências, o currículo e a cidadania. Assume-se assim, uma educação científica menos conservadora e mais socialmente ativa (Hodson, 2010), com espaço para formas alternativas de pensamento e ação (Bazzul, 2014). É essencial ir além dos conteúdos curriculares e investigar e discutir na prática – alunos e professores – questões sociocientíficas fundamentais, como as alterações climáticas e suas consequências.

O concurso PolarAct - Mensagem Polar

Com o intuito de conhecer o potencial de situações de aprendizagem focadas em questões sociocientíficas que permitam a integração e a exploração dos processos naturais relativos às regiões polares e suas consequências, na promoção de competências de ação sociopolítica em jovens, foi concebido o concurso PolarAct-Mensagem. Esta iniciativa sobre os problemas ambientais que as regiões polares enfrentam e suas consequências, pretendia promover a participação dos jovens como cidadãos ativos na procura de soluções para os problemas que a sociedade global enfrenta. O concurso teve como público alvo a comunidade escolar e implicou a a) produção de uma mensagem que chamasse a atenção para um problema relacionado com as mudanças que se observam atualmente nas regiões polares e suas consequências, escolhido pelos participantes, e b) a elaboração de uma reflexão escrita sobre o projeto desenvolvido. A mensagem poderia assumir diferentes registos, podendo ser produzida sobre a forma de vídeo, banda desenhada, imagem construída... sendo imperativo o recurso às ferramentas da Web2.0 para a sua produção e divulgação. Esta deveria apelar à mudança de comportamento no sentido de contribuir para a resolução do problema, apresentar-se cientificamente correta, ser criativa e original. A reflexão escrita, deveria evidenciar i) os conhecimentos adquiridos; ii) as causas e as possíveis soluções para o problema apresentado na mensagem; iii) as capacidades e atitudes desenvolvidas através da realização do trabalho e vi) a opinião pessoal da equipa sobre o assunto explorado.

METODOLOGIA

No presente trabalho adotou-se uma abordagem investigativa qualitativa de orientação interpretativa estruturada em quatro fases distintas: 1) concepção, produção e validação das atividades propostas no concurso; 2) divulgação e inscrição no concurso; 3) recolha de dados e 4) análise e interpretação dos dados.

Partindo do pressuposto que a escola deverá promover a mobilização de conhecimentos sobre o mundo natural, o desenvolvimento de capacidades e atitudes úteis para a vida dos alunos e a responsabilidade social em processos colectivos de tomada de decisão sobre assuntos relacionados com ciência e tecnologia (Galvão & Reis, 2008), procurou conhecer-se a) a perceção e o conhecimento dos jovens sobre os problemas que afetam as regiões polares, b) as competências desenvolvidas pelos jovens através do recurso a uma abordagem investigativa sobre esses mesmos problemas, c) as dificuldades manifestadas pelos jovens no desenvolvimento das tarefas propostas no concurso e c) o

seu impacto na tomada de decisão e ação sociopolítica fundamentada na investigação de questões controversas relativas às regiões polares.

Contexto e participantes

O estudo foi desenvolvido no âmbito do projeto *We Act – Promoting Collective Activism on Socio-Scientific Issues*, dinamizado pelo Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, que visa apoiar a discussão de questões sociocientíficas nas escolas portuguesas como forma de preparar os alunos para uma participação activa e informada na sociedade (Reis, 2014).

O concurso foi aberto aos alunos do 2.º e 3.º Ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário das escolas de países de língua oficial portuguesa. Participaram 51 estudantes, organizados por equipas (11 equipas de 4 membros e uma equipe de 7 elementos) de 3 escolas da área central de Portugal e uma escola de Luanda, Angola, competindo uma turma do 5º ano, duas turmas do 7º ano, 3 turmas do 8º ano e 6 turmas do 11º ano.

Recolha e análise dos dados

Foram analisadas as produções submetidas ao concurso - mensagem e reflexão escrita, relativamente aos domínios do conhecimento, raciocínio, comunicação e ação sociopolítica. A análise teve em conta as expectáveis diferenças resultantes da disparidade da idade dos participantes, adequando-se o nível de exigência ao ano de escolaridade dos participantes. As mensagens apresentadas a concurso consistiram em 5 vídeos (disponíveis no canal do [Educação Propolar](#) no youtube), 2 posters, 1 poema, 2 imagens, 1 banda desenhada e uma apresentação em powerpoint. Dois dos vídeos produzidos correspondem a videoclips de músicas originais sobre os problemas investigados.

Com o objetivo de esclarecer e refinar informações e interpretações inferidas a partir da análise das mensagens e reflexões escritas, e de modo a aprofundar as visões e as opiniões dos participantes no concurso foram realizadas entrevistas semi-estruturadas em grupo focal às 6 equipas que obtiveram as melhores classificações.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de conteúdo atendendo a categorias previamente definidas e a categorias que surgiram da própria análise, que se contabilizaram em termos de frequência absoluta e relativa (Tabela 1) fazendo emergir importantes informações sobre as competências e dificuldades manifestadas pelos jovens nos domínios do conhecimento, raciocínio, comunicação, atitudinal e ação sociopolítica. A análise das entrevistas realizadas aos jovens permitiu complementar a informação resultante da análise das produções dos alunos, contrastando-se e validando-se e sustentar interpretações realizadas quer pelos participantes quer pelo investigador.

Categorias	Subcategorias
Conhecimento	Construir e utilizar conhecimento sobre as características peculiares das regiões polares. Construir e utilizar conhecimento sobre os problemas que afetam as regiões polares.
Raciocínio	Identificar causas e consequências relativas ao problema a investigar. Selecionar a informação em função do problema a investigar, a partir de fontes diversificadas, distinguindo o essencial do acessório. Organizar/articular os argumentos de forma lógica e coerente, em função do problema a investigar. Revelar capacidade crítica, exprimindo e fundamentando a opinião.
Comunicação	Utilizar uma linguagem apelativa. Utilizar uma linguagem cientificamente correta. Comunicar com clareza e objetividade. Recorrer com qualidade às ferramentas Web 2.0 para produzir e comunicar as mensagens. Comunicar de forma criativa.
Atitudes	Revelar autonomia na realização das tarefa proposta. Contribuir colaborativamente para a resolução de problemas. Reconhecer a importância e o dever de participar e desenvolver iniciativas que contribuam para a resolução de problemas sócio ambientais.
Ação sociopolítica	Ser consciente da possibilidade de contribuição para a resolução de problemas. Apresentar possíveis soluções para o problema em estudo. Utilizar ferramentas com maior potencial de intervenção e alcance. Apelar à mudança de comportamentos no sentido de contribuir para a resolução de problemas.

Tabela 1. Categorias e subcategorias das competências manifestadas e/ou desenvolvidas pelos alunos participantes no concurso PolarAct – Mensagem Polar.

RESULTADOS

Os resultados e a sua discussão são apresentados de acordo com as categorias das competências que se pretenderam estimular através da participação no concurso.

Relativamente às competências do domínio do conhecimento, considera-se que os alunos construíram conhecimento substantivo sobre as regiões polares. As reflexões escritas e as mensagens da maioria das equipas revelaram apropriação da informação sobre as regiões polares e dos problemas que as afetam, sugerindo assim que grande parte das equipas terão conseguido construir conhecimento relativo às características e problemas das regiões polares. A referência às regiões polares como zonas térmicas do planeta – conhecimento factual referido por 3 equipas – e à importância do permafrost – 1 equipa – é reveladora da apropriação de informação e conhecimento mais profundo pelas equipas referidas. Com efeito, as regiões polares são compreendidas no contexto global, contribuindo e influenciando o clima do planeta e não apenas como regiões com clima extremo, de grandes extensões geladas e como habitat de espécies icónicas como o urso polar ou os pinguins.

Quanto às competências no domínio do raciocínio, todas as equipas a concurso manifestaram capacidades de análise de informação e reflexão crítica que lhes permitiram identificar as causas e consequências relativas ao problema que escolheram investigar, revelando uma conceção correta da sua origem e alcance global. Contudo algumas equipas revelaram dificuldades na seleção da informação e na organização/articulação lógica e coerente dos argumentos, em especial na reflexão escrita. Os jovens manifestaram também dificuldades no acesso a fontes primárias credíveis cientificamente e na validação da argumentação com recurso à citação de autores e à referenciação bibliográfica.

Quanto às competências de comunicação, os jovens fazem uso de uma linguagem apelativa e motivadora e revelam originalidade nas mensagens produzidas, com metade das equipas a manifestar uma exploração conveniente do potencial das ferramentas da web 2.0. Contudo, observa-se um maior rigor científico nas reflexões escritas, o que evidencia dificuldade na transposição de conceitos científicos para uma linguagem mais clara e objetiva na mensagem.

Em relação às competências atitudinais, os dados obtidos através das entrevistas realizadas aos jovens revelam uma elevada autonomia dos jovens na a) seleção do problema, b) planeamento da mensagem e c) produção da mensagem formato escolhido, como ilustrado nas seguintes palavras:

“1º desenvolvemos a ideia e depois realizámos-la: desenvolvemos os fantoches e tínhamos um texto que falava bastante sobre o perigo de extinção dos ursos. Fizemos pesquisa para servir de base à parte escrita e a seguir foram ideias originais.” (Equipa 2)

A contribuição colaborativa demonstrada pelos jovens na busca de soluções para o problema investigado e o reconhecimento da importância de participar e/ou desenvolver iniciativas deste género, são aspetos a destacar no que respeita às competências atitudinais desenvolvidas.

“Algumas [soluções] da pesquisa – outras pessoas já tinham chegado a essas soluções e discutimos entre nós o que cada um achava que era bom realizar para que o problema diminuísse e depois chegamos às melhores soluções.” (Equipa 4)

“Está nas nossas mãos a sua proteção...” (Equipa 11);

“Fazemos assembleias de alunos onde apresentamos os nossos trabalhos... nós participámos com a música dedicada ao urso polar... ainda hoje continuam a cantar.” (Equipa 7);

“É preciso fazer alguma coisa para salvar a vida na Terra antes que seja tarde demais...” (Equipa 5).

No âmbito das competências de ação sociopolítica, todas as equipas manifestam consciência da possibilidade de contribuírem para a resolução dos problemas e propõem soluções acessíveis a todos os cidadãos apelando à mudança de comportamentos. Os jovens assumem-se desta forma, como atores sociais de pleno direito, e não simples objetos de socialização (Reis, 2013).

“... a nossa geração é que vai ter que apresentar soluções para resolver isto. Sem dúvida que nós vamos ter um papel muito importante na resolução deste problema.” (Equipa 6)

“O nosso papel como cidadão é alertar as pessoas e também tentar mudar os nossos comportamentos, porque às vezes não temos bem a noção que também estamos a provoca-los, apesar de sabermos que temos de os alterar e que não pode ser.” (Equipa 1).

A maioria das mensagens apresenta soluções possíveis de concretizar por todos os cidadãos e apela à mudança de comportamentos. Contudo, nem todas referem quais os comportamentos a adotar. No entanto, quando questionados sobre o apelo à mudança na mensagem que produziram, todos afirmaram que construíram mensagens que apelam à mudança de comportamentos. Deste modo, verifica-se que mesmo que a ação não tenha um impacto significativo ou resolva o problema, ela pode ter um grande significado em

termos de crescimento pessoal, promovendo atitudes positivas e compromisso (Hodson, 2014).

Relativamente às dificuldades sentidas, os jovens revelaram dificuldades a) na seleção e organização da informação, b) na transposição de conceitos científicos para uma linguagem mais clara e objetiva, c) na produção de um discurso escrito de forma clara e com ideias bem estruturadas e d) na gestão do tempo na execução das tarefas propostas. O acesso a fontes primárias cientificamente credíveis e a validação da argumentação recorrendo à citação de autores e à referenciação bibliográfica foram também limitações evidenciadas pelos jovens.

“Na reflexão principalmente....sentimos mais dificuldades na escrita, na organização das ideias, se calhar não estamos muito habituados.” (Equipa 6).

“foi mais a maneira como iríamos apresentar a informação: ser sucinto o suficiente na colocação da informação na banda desenhada” (Equipa 4).

“...o período de trabalho que foi coincidente com alguns testes e outros trabalhos. Não fizemos um mau trabalho, na nossa opinião, mas poderia ter ficado melhor.” (Equipa 2).

Relativamente às apreciações realizadas pelos jovens, estes consideram que a iniciativa é bastante importante e útil na construção do conhecimento e na tomada de consciência – sua e dos outros – do mundo que os rodeia, dos problemas que se fazem sentir e na tomada de consciência da possibilidade e do dever de contribuição para a resolução dos problemas.

Referem ainda que a atividade lhes permitiu expressar a sua opinião, fundamentada em argumentos científicos, dando-lhes a possibilidade de reflexão sobre possíveis soluções para o problema e o desenvolvimento da sua capacidade crítica.

Como aspetos menos positivos destacam a seleção/organização da informação e a gestão do tempo no planeamento e execução da tarefa com todas as outras atividades escolares – dificuldades sentidas. Contudo foi referido por algumas equipas, não existirem, na sua opinião aspetos menos positivos, revelando que o tema abordado é atual e suscita o interesse dos jovens e que sentem motivados por este género de atividades.

Como tal, é visível, o interesse dos jovens em atividades que lhes permita explorar temas sobre o mundo que os rodeia e do qual fazem parte e analisá-los criticamente, e a motivação explícita da possibilidade de contribuição para a minimização ou resolução dos problemas que a sociedade enfrenta atualmente promovendo, assim, uma aprendizagem mais significativa.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados observados considera-se que a iniciativa se revelou positiva na promoção da ação sociopolítica sobre problemas que afetam as regiões polares junto dos jovens, uma vez que estes revelam ter desenvolvido competências essenciais para a ação sociopolítica. Destacam-se: a) a capacitação como críticos e mobilizadores do conhecimento, formulando opinião fundamentada e apresentando soluções de forma a resolver ou minimizar o problema; b) a apropriação das potencialidades da Web 2.0 para iniciativas de ação sociopolítica demonstrada por alguns jovens; c) a tomada de consciência da sua capacidade de ação, ação apropriada e manifestação de compromisso na tomada de ação. Contudo, existem algumas dificuldades manifestadas pelos jovens, tais como, a seleção da informação, o recurso e a referência a fontes cientificamente

credíveis, a transposição de conceitos científicos para uma linguagem mais clara e objetiva na mensagem e a gestão de tempo.

Face ao exposto e tendo em conta a opinião favorável dos alunos, é evidente a pertinência do desenvolvimento e acompanhamento de iniciativas para a promoção de ação sociopolítica no âmbito de controvérsias sociocientíficas e ambientais.

BIBLIOGRAFIA

- Alsop, S., & Bencze, L. (2010). Introduction to The Special Issue on Activism: SMT Education in the Claws of the Hegemon. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 10(3), 177-196.
- AMAP. (2012). *Arctic Climate Issues 2011: Changes in Arctic Snow, Water, Ice and Permafrost* (pp. 97). Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP).
- Bazzul, J. (2014). Science Education as a Site for Biopolitical Engagement and the Reworking of Subjectivities: Theoretical Considerations and Possibilities for Research. In L. Bencze & S. Alsop (Eds.), *Activist Science and Technology Education*: Springer.
- Bencze, L., & Carter, L. (2011). Globalizing Students Acting for the Common Good. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 648-669.
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.
- Hodson, D. (2010). Science Education as a Call to Action. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 10(3), 197-206.
- Hodson, D. (2014). Becoming Part of the Solution: Learning about Activism, Learning through Activism, Learning from Activism. In L. Bencze & S. Alsop (Eds.), *Activist Science and Technology Education* (pp. 67-98): Springer.
- IPCC (Ed.) (2013). *Summary for Policymakers*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Jensen, B. B. (2002). Knowledge, action and pro-environmental behaviour. *Environmental Education Research*, 8(3), 325-334.
- Linhares, E. (2013). *A discussão como metodologia de educação em ciências no ensino superior. Tese de Doutoramento*. Universidade de Lisboa. Lisboa.
- Reis, P. (2009). Ciência e Controvérsia. *Revista de Estudos Universitários*, 35(2), 9-15.
- Reis, P. (2013). Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sociocientíficas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 3(1), 1-10.
- Reis, P. (2014). The Project " We Act" - Promoting Collective Activism on Socio-scientific Issues. In L. Bencze & S. Alsop (Eds.), *Activist Science and Technology Education* (pp. 547-574): Springer.
- Reis, P., & Galvão, C. (2009). Teaching Controversial Socio-Scientific Issues in Biology and Geology Classes: A Case Study. *Electronic Journal of Science Education*, 13(1), 162-185.
- Roth, W. M., & Désautels, J. (2002). *Science Education as/for Sociopolitical Action*. New York: Peter Lang.
- Sperling, E., & Bencze, J. L. (2010). More than particle theory: citizenship through school science. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 10(3), 255-266.
- UNEP. (2012). *Global Environment Outlook, GEO5*. Quénia: UNEP.

- UNEP. (2013). The View from The Top: Searching for responses to a rapidly changing Arctic. *UNEP Year Book 2013: Emerging Issues in our Global Environment*.
- UNESCO. (2003). *A ciência para o século XXI: uma nova visão e uma base de ação*. Brasília: UNESCO.

Adquisición de competencias científicas a través de un concurso de ciencia escolar en contexto no formal

Cuesta-López, M. P.,¹ Jiménez-Pérez, R.²

¹*Colegio Trinity College, San Sebastián de los Reyes, Madrid.*

²*Departamento de Didáctica de las Ciencias y Filosofía, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Huelva.*

pilarcuesta82@telefonica.net

RESUMEN

En esta comunicación se presentan las reflexiones realizadas sobre la participación de alumnos de 1º Bachillerato del itinerario de Ciencias en un concurso de ciencia escolar, como es el Concurso de Cristalización en la Escuela, como ejemplo de actividad de aprendizaje no formal. A partir de las entrevistas realizadas y el análisis documental de los pósters realizados se pretende analizar la adquisición de competencias científicas a partir de una actividad realizada fuera del horario escolar y del currículo oficial. Los alumnos consiguen llevar a cabo el proceso de experimentación con una guía básica para la formación de cristales de ADP (fosfato monoamónico) y a partir de ella modifican las variables para mejorar los resultados obtenidos, en un proceso que fomenta su autonomía y creatividad. Realizan unos pósters con la planificación y resultados similares a los utilizados en congresos científicos, para mostrar la evolución del proceso ya través de ellos se evalúan las competencias científicas adquiridas.

Palabras clave

Aprendizaje no formal, concurso de ciencia escolar, cristalización, alfabetización científica, competencias científicas.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo forma parte de un trabajo más amplio desarrollado durante la realización del Trabajo Fin de Máster sobre Investigación en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales (Cuesta, 2015). En este caso se trata de conocer la percepción de los alumnos participantes en un concurso de ciencia escolar, como es en este caso el Concurso de Cristalización en la Escuela. Dicha actividad de aprendizaje no formal está organizada conjuntamente por la Factoría de Cristalización, el Grupo Especializado de Cristalografía y Crecimiento Cristalino, y el CSIC, en la sede de Madrid con las Universidades de Alcalá de Henares y Complutense de Madrid. Este tipo de concursos permiten a los alumnos entrar en contacto con la experimentación en Química saliéndose de la típica práctica de laboratorio, más aún teniendo en cuenta las escasas horas que se pueden dedicar al trabajo de laboratorio en educación secundaria.

El concurso se basó en experimentos de cristalización de ADP (fosfato monoamónico, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) realizados durante varias sesiones en el laboratorio del centro escolar y, posteriormente, presentaron los resultados de dicho trabajo en la fase regional del

concurso en la Universidad de Alcalá de Henares. El concurso se llevó a cabo el curso 2013/14 y los alumnos participantes cursaban entonces 1º Bachillerato.

MARCO TEÓRICO

Existen muchas investigaciones sobre aprendizaje no formal, pero mayoritariamente centrados en ferias de ciencias o sobre el aprendizaje en los museos (NationalScienceTeachersAssociation,1990; Yasar y Baker, 2003). En este caso se trata de una actividad realizada dentro del centro educativo, pero llevada a cabo fuera del horario lectivo y fuera de los objetivos oficiales que marca el currículo de la asignatura para 1º Bachillerato, pero con la ayuda de la profesora de física y química.

Según Gottfried (2013), el aprendizaje en entornos no formales presenta las siguientes ventajas:

- Desarrollo de redes sociales positivas y habilidades de liderazgo, que facilitan la interacción con nuevos compañeros y con los adultos.
- Estimulación del interés en una determinada asignatura.
- Proporcionar una experiencia más enriquecedora que la realización de las tareas habituales de una clase formal.

Por ello, la participación en actividades de aprendizaje no formal promueve la creatividad, la autonomía personal y la motivación hacia las Ciencias ya que permite a los alumnos desarrollar un proyecto en el que trabajan con un sencillo guión inicial a partir del cual pueden modificar las condiciones de experimentación y así observar los diferentes resultados. Todo ello contribuye a la cultura científica para los ciudadanos.

Aprender Ciencia no consiste en la memorización de teorías y leyes para resolver problemas de forma mecánica, sin saber aplicar estos conocimientos en otros contextos. La evaluación PISA pone de manifiesto que los contenidos aprendidos por nuestros alumnos son limitados y que apenas son capaces de ponerlos en práctica. Es por ello que surgió la idea de incorporar las competencias clave, y dentro de ellas la competencia científica, en los sistemas educativos de los países occidentales (Pedrinaci, 2012).

La participación en actividades científicas en entornos no formales más contextualizados permite alcanzar las competencias científicas, que abarcan tanto la adquisición de conocimientos científicos como actitudes y valores relacionados con la Ciencia y la Tecnología. Este hecho no solo consiste en la comprensión de los contenidos incluidos en el currículo oficial, sino que se debe llegar al desarrollo del pensamiento científico y crítico (Comisión Europea, 2007; Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015)

Actualmente, el número de alumnos que realizan estudios relacionados con las Ciencias está disminuyendo ya que, a pesar de considerar que la Ciencia y la Tecnología son útiles en sus vidas, las consideran aburridas y difíciles (Gil-Flores, 2012). Esto se debe a una enseñanza de las ciencias basada en la memorización de conceptos y procedimientos descontextualizados y alejados de la vida diaria. Muchos autores (Banet, 2010; Holbrook, 2010; Martín Díaz, 2002; Vázquez Alonso et al., 2005) coinciden en que la enseñanza de las Ciencias no debe estar centrada en formar científicos, sino ciudadanos responsables en asuntos de las ciencias. De esta forma, los estudiantes podrán llegar a ser ciudadanos con conocimientos científicos suficientes y espíritu crítico, que hayan adquirido aprendizajes significativos para sus vidas, independientemente de los estudios o trabajos que realicen posteriormente.

OBJETIVOS

En consonancia con lo anterior, el objetivo general de planteado en este estudio es:

Analizar la influencia de la participación en el concurso en la adquisición de las competencias científicas.

Como objetivos específicos:

Valorar el aprendizaje adquirido con la actividad a corto y medio plazo.

Conocer la actitud hacia las ciencias que se promueve desde la monitorización de su aprendizaje.

METODOLOGÍA

En el proceso inicial de experimentación participaron 15 alumnos de 1º Bachillerato del itinerario de Ciencias, organizados en grupos de 3. Posteriormente, dos de los grupos acudieron a la fase regional del concurso. El proceso de experimentación se desarrolló en el centro educativo en el que estudiaban los participantes, un colegio concertado de San Sebastián de los Reyes en la Comunidad de Madrid, y la final regional del concurso se celebró en la Universidad de Alcalá de Henares. El proceso de experimentación se llevó a cabo durante 13 semanas, desde diciembre de 2013 hasta abril de 2014, con una dedicación semanal de dos horas. En la final regional se presentaron los cristales obtenidos por los dos grupos y los pósters científicos que recogían los proyectos desarrollados (Anexos 1 y 2).

Se ha empleado una metodología cualitativa, desarrollándose un estudio ex-post-facto descriptivo-interpretativo (Bisquerra, 2014).

En este trabajo solamente se recogen las entrevistas semiestructuradas realizadas a una muestra de 5 alumnos seleccionados de los 15 iniciales, para conocer su percepción a corto y largo plazo, inmediatamente al terminar el concurso y dos años más tarde (enero de 2016), y el análisis documental de los pósters producidos por los alumnos que participaron en la fase regional del concurso. Las entrevistas se realizaron a dos alumnos participantes en la fase regional del concurso, uno de cada grupo, y los otros tres alumnos eran representantes de cada uno de los demás grupos.

Este tipo de entrevista utilizada parte de un guión establecido previamente a través de la cual se pretende obtener información relevante sobre el asunto investigado, por ello el entrevistado debe ceñirse a dicho contenido. Por otra parte, las preguntas se plantean de forma abierta, de manera que se pueda recabar información más detallada (Bisquerra, 2014).

El guión inicial del que se ha partido en la realización de las entrevistas se basa en el realizado por Valdez Gauthier (2007), que se detalla a continuación:

1. ¿Qué ha significado para ti la experimentación en el laboratorio en relación al concurso de cristalización?
2. ¿Qué destacarías de este periodo en el que has trabajado en la formación de cristales?, ¿qué es lo más te ha gustado y lo que menos?
3. ¿Qué te planteabas cuando algo no salía como se esperaba?, ¿cómo lo solucionabas?

4. Como estudiante de Bachillerato de Ciencias, ¿has encontrado aplicación a conceptos de Física y Química?, en caso afirmativo, ¿cuáles han sido?, ¿para qué te han servido?
5. Explica tu experiencia personal sobre el trabajo en el laboratorio.
6. ¿Cómo ha cambiado tu visión sobre la Ciencia después del concurso?

Se ha realizado igualmente un análisis documental de los pósters elaborados por los alumnos participantes en la fase regional del concurso. Es un instrumento que permite contrastar y validar la información obtenida a partir de las entrevistas. En este caso, se trata de material externo elaborado por los alumnos puesto que se ha confeccionado con el objetivo de ser mostrado en el concurso y se ha hecho como compendio del trabajo realizado durante la experimentación ya que recoge todas las etapas realizadas por los alumnos (Bisquerra, 2014). Los alumnos recibieron por parte de los organizadores del concurso el documento Bravo (2007) como ayuda para la realización de los pósters ya que se trataba de un tipo de trabajo que no habían realizado anteriormente.

Como instrumento de análisis de datos, obtenidos a través de las entrevistas y de los pósters, se ha empleado la siguiente tabla de categorías y subcategorías (Tabla 1) para el análisis de los datos obtenidos a través de las entrevistas y de los pósters.

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	DESCRIPTORES
1. Valoración de la participación	1.1.Dedicación temporal.	Opinión sobre el tiempo dedicado al concurso.
	1.2.Participación en actividades científicas.	Consideración de los alumnos sobre la participación y la experiencia vivida.
2. Aprendizaje adquirido	2.1.Aprendizaje relacionado con la cristalización.	Valoración del aprendizaje adquirido sobre la cristalización.
	2.2.Aprendizaje relacionado con el trabajo en el laboratorio.	Valoración del aprendizaje adquirido sobre el trabajo práctico en el laboratorio.
3. Actitud hacia las Ciencias	3.1.Esfuerzo dedicado al proceso.	Demostración del esfuerzo requerido durante el proceso de experimentación.
	3.2.Interés en el proceso.	Demostración de interés por el proceso de experimentación y por la mejora de los resultados.

Tabla 1. Tabla de categorías para el análisis de las entrevistas.

RESULTADOS OBTENIDOS

Tras analizar los datos obtenidos a partir de las primeras entrevistas, respecto a la categoría de Valoración de la participación, solamente uno de los alumnos mencionó la dedicación temporal como un aspecto negativo, aunque lo matizó: *“lo que menos me ha gustado ha sido quedarme por las tardes, pero vamos, ha merecido la pena”*. Sin embargo, todos los entrevistados repetirían la experiencia. Como ejemplo, uno de los entrevistados comentó lo siguiente: *“sí, volvería a participar porque hemos aprendido mucho, nos lo hemos pasado muy bien todos juntos haciendo cristales”*.

Respecto a la categoría de Aprendizaje adquirido, todos los entrevistados manifiestan aquellos aspectos sobre la Química y el trabajo en el laboratorio que han sido más representativos para ellos: formación de cristales, ordenación de los átomos, trabajo en el laboratorio y control de las variables (temperatura, aislamiento térmico, disoluciones sobresaturadas) para mejorar los cristales. Uno de los alumnos expuso lo siguiente: *“cuando el cristal no salía bien lo que nos planteábamos es que a lo mejor habíamos puesto más cantidad de agua de la que deberíamos, o que la temperatura había subido demasiado rápido y entonces salía menos cristalino y teníamos que ir probando para que fuese cambiando el resultado”*. Respecto a la aplicación de conocimientos previos aplicados en la experimentación comenta: *“por ejemplo, los sistemas cristalinos, que cuanto más ordenadas están las partículas, más cristalino es el sólido y también aprendimos que eso tiene que ver con la temperatura”*.

Respecto a la categoría de Actitud hacia las Ciencias, en este punto existe disparidad en las respuestas dadas ya que parte de los alumnos se conformaban con la información dada sin realizar una búsqueda más profunda (*“sí, cuando el cristal no salía intentamos lo que nos dijiste de poner el cristal entero y cosas así. Aún así, no”*), pero otros mostraban mayor interés por buscar soluciones de forma autónoma (*“lo que más me ha gustado es que hemos hecho cristales grandes y, bueno, pues al principio nos salía un churro, el cristal era un desastre pero lo fuimos mejorando y nos salieron cristales bastante bonitos, cristalinos”*). Finalmente, respecto al disfrute de la actividad todos los alumnos manifestaron que fue gratificante por el hecho poder trabajar en el laboratorio, fuera de la rigidez del currículo oficial, y la expectación por ver los resultados de cada proceso de cristalización.

En enero de 2016 se ha vuelto a entrevistar a los mismos participantes para valorar los resultados en el medio plazo. Sobre los recuerdos que tienen tras este tiempo, mayoritariamente recuerdan la formación de cristales como algo totalmente novedoso en un inicio y la necesidad de colaborar para mejorar los resultados, considerando la experiencia como divertida. Respecto al significado que tuvo para ellos, todos mencionan el trabajo en equipo como un aprendizaje obtenido a través de la realización de las prácticas semanales. Uno de ellos menciona la implicación de todos los miembros del grupo, a pesar de que a priori no lo esperaba de uno de los compañeros. Otra alumna enfatiza el buen trabajo en equipo debido a la voluntariedad de la actividad. Sobre la pregunta qué destacarías del hecho de participar en un concurso de ciencia escolar, vuelven a hablar del trabajo en equipo, pero también hacen referencia a la competitividad por obtener los mejores resultados y la puesta en práctica de conocimientos de Química para alcanzar dicho objetivo. En relación a la importancia que ha tenido en su vida cotidiana, en su mayoría consideran que les ha servido para aprender a trabajar en equipo. Dos de ellos sí mencionan que les ha servido para sus prácticas de Química en la universidad (son los dos únicos entrevistados que estudian un grado de Ciencias). Finalmente, en relación a la conveniencia o no de promocionar concursos de ciencia

escolar, algunos vuelven a hablar de los trabajos en equipo. Tres de ellos sí valoran el hecho de realizar experimentos y de hacerlo sin guión previo como un aliciente de este tipo de actividades.

Por otra parte, en el análisis documental de los pósters se puede observar el proceso de experimentación de forma detallada ya que muestran datos e imágenes de cada una de las etapas. De hecho, muestran los primeros resultados obtenidos e indican las variables tenidas en cuenta en la siguiente etapa con el objetivo de mejorar los cristales. El hecho de conseguir un cristal más transparente muestra un mayor orden de los átomos en el interior y ese era el objetivo perseguido, además de intentar lograr cristales de mayor tamaño. Este hecho es de destacar puesto que anteriormente no habían llevado a cabo un proyecto tan prolongado en el tiempo y en el que tenían que desarrollar su creatividad y poner en práctica sus conocimientos previos.

En los pósters se puede ver una estructura científica ya que están compuestos por los siguientes apartados: introducción, objetivos, material y métodos, resultados, conclusiones, agradecimientos y referencias. Todos los grupos llevaron un cuaderno de laboratorio en el que tomaban nota de las cantidades de ADP empleadas, control de temperatura, aislamiento o no de las disoluciones mientras se producía la cristalización y resultados de los cristales obtenidos. La información recopilada en los cuadernos de laboratorio fue la que posteriormente emplearon en la realización de los pósters, además de las imágenes que tomaban durante la experimentación y en el momento de ver los resultados cada semana.

REFLEXIONES FINALES

Del análisis de los resultados obtenidos, y teniendo como fin dar respuesta a los objetivos planteados, se puede concluir que la participación en un concurso de ciencia escolar, como actividad de aprendizaje no formal, contribuye a la adquisición de competencias científicas ya que permite que los alumnos sean capaces de desarrollar un proyecto científico novedoso para ellos que les permite ir más allá de los conocimientos científicos adquiridos en el aula. De esta forma pueden llevar a cabo un proceso de experimentación con un alto grado de autonomía, en el que ellos son los creadores de cada paso dado y responsables de los resultados obtenidos. El grado de implicación mostrado está relacionado con la voluntariedad de la actividad y de la novedad de la misma, ya que escapa de la rigidez y limitación temporal de las prácticas realizadas en el ámbito formal.

Sin embargo, en el largo plazo se observa que el aprendizaje que ha permanecido más arraigado ha sido, en su mayoría, la capacidad de trabajar realmente en equipo. A pesar de ellos, todos los entrevistados son partidarios de fomentar este tipo de concursos en la escuela. Los alumnos que han mostrado un mayor recuerdo sobre la parte relacionada con la química son aquellos que actualmente cursan estudios universitarios relacionados con las ciencias ya que les ha permitido una mayor familiarización con el trabajo en el laboratorio. Por tanto, la participación en un concurso de ciencia escolar podría influir en el medio y largo plazo en el caso de que este tipo de actividades se prolongasen en el tiempo y no se tratase de algo puntual.

Finalmente, se puede considerar que este tipo de actividades son interesantes para despertar el interés de los alumnos por las ciencias, aunque no prosigan estudios relacionados con las mismas. Disfrutar de una actividad científica y generar una actitud positiva hacia las ciencias forma parte de la consecución de las competencias científicas, parte muy importante dentro de la educación de una ciudadanía con espíritu crítico y responsable frente a temas relacionados con las ciencias y el medioambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- Banet, E. (2010). Finalidades de la educación científica en Educación Secundaria: aportaciones de la investigación educativa y opinión de los profesores, *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), 199–214.
- BisquerraAlzina, R. (2014). *Metodología de la Investigación Educativa*, Madrid: La Muralla.
- Bravo Ramos, J.L. (2007). *Elaboración de pósteres de congresos*. Universidad Politécnica de Madrid. http://www.ice.upm.es/documentacion/recursospersonales/jlbr/poster/PosterText_o.pdf [Consulta: 20 de enero 2016].
- Cuesta, M. P. (2015) La influencia de la experimentación en la adquisición de actitudes hacia el conocimiento científico. Trabajo Final de Máster inédito. Universidad de Huelva.
- Comisión Europea (2007). *Competencias clave para el aprendizaje permanente. Un marco de referencia europeo*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
- Gil-Flores, J. (2012). Actitudes del alumnado español hacia las ciencias en la evaluación PISA. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(2), 131-152.
- Gottfried, M. A. y Williams, D. (2013). STEM Club Participation and STEM Schooling Outcomes. *Education Policy Analysis Archives*, 21(79).
- Holbrook, J. (2010). Education through science as a motivational innovation for science education for all. *Science Education International*, 21(2), 80-91.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015). *Competencias clave*. <http://www.mecd.gob.es/educacion-mecd/mc/lomce/el-curriculo/curriculo-primaria-eso-bachillerato/competencias-clave/ciencias.html> [Consulta: 7 de febrero 2016].
- Martín Díaz, M. J. (2002). Enseñanza de las Ciencias, ¿para qué? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2), 57-63.
- National Science Teachers Association. (1990). *Science & Math Events: Connecting and Competing*. Washington D.C.: National Teachers Association.
- Pedrinaci, E. (Coord.), Caamaño, A., Cañal, P. y de Pro, A. (2012). *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó.
- Valdez Gauthier, C. y Pierce, C. (2007). Implementación de un programa entre Universidad y Educación Secundaria para mejorar el aprendizaje de la Química. En G. Pinto Cañón (editor). *Aprendizaje activo de la Física y la Química* (pp. 331-338). Madrid: Equipo Sirius.
- Vázquez Alonso, A, Acevedo Díaz, J. A. y Manassero, M. A. (2005) Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 1-30.
- Yasar S, Baker D (2003). The impact of involvement in a science fair on seventh grade students. Annual meeting of the national association for research in science teaching, Philadelphia, PA. <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED478905.pdf> [Consulta: 12 de septiembre 2014].

ANEXOS



CRISTALIZACIÓN: FORMACIÓN DE GEODAS

Teresa Alves, Loraine Molina y Celia Sánchez
Profesora de Física y Química: Pilar Cuesta
Centro Educativo: Trinity College San Sebastián de los Reyes



INTRODUCCIÓN

Los primeros días se estudió la cristalización, que es un proceso por el cual a partir de un gas, un líquido o una disolución en las que los iones, átomos o moléculas establecen enlaces hasta formar una red cristalina, la unidad básica de un cristal. Los cristales se pueden ordenar en 7 sistemas cristalinos. Los cristales son sólidos homogéneos en los que las partículas están perfectamente ordenadas. En este caso, el ADP cristaliza según el sistema tetragonal, y dentro de este en prisma-piramidal.



OBJETIVOS

- > Obtención de un cristal de ADP.
- > Cristalización del ADP en el interior de huevos de avestruz y oca.
- > Obtención de un cristal lo más ordenado posible, es decir, cristalino.

MATERIAL Y MÉTODOS

MATERIAL

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| > Colorante alimentario | > Vaso de precipitados |
| > Fuente de calor (placa eléctrica) | > Varilla de vidrio |
| > ADP | > Papel de filtro |
| > Agua | > Recipiente plástico con tapa |
| > Termómetro de laboratorio | > Recipiente de poliestireno |
| > Huevos de avestruz y oca | > Taladro multifunción |

MÉTODOS

En el mes de Enero se comenzó el proceso de experimentación. Las primeras semanas se hicieron varias pruebas. Los cristales obtenidos de éstas fueron la semilla de las siguientes cristalizaciones, es decir, se utilizaron algunas partes cristalinas como raíz de crecimiento para el siguiente cristal, el cual ha crecido en el interior de huevos.

En el proceso de cristalización los pasos a seguir son:

- Se añaden 300 g de ADP por cada 500 ml de agua.
- A mitad del proceso de disolución se añaden 50 ml más de agua con el objetivo de disminuir la temperatura.
- Cuando la temperatura aumenta hasta los 90°C se retira de la fuente de calor y, mientras disminuye hasta los 80°C, se añade el colorante a la disolución.
- La disolución se inserta en el interior de los huevos.



Primera prueba



Segunda prueba



Añadición de la disolución sobresturada de ADP a los huevos

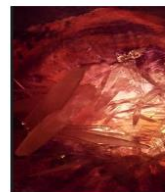


Apertura de la geoda

RESULTADOS



Primera cristalización
1000 ml de agua 600 gramos de ADP



Segunda cristalización
1000 ml de agua 600 gramos de ADP



Tercera cristalización
500 ml de agua 300 gramos de ADP



Cuarta cristalización
500 ml de agua 300 gramos de ADP



Quinta cristalización
500 ml de agua 300 gramos de ADP



Sexta cristalización
1000 ml de agua 600 gramos de ADP y apertura de la geoda

CONCLUSIONES

- Una vez observados los resultados obtenidos se puede concluir:
- Los cristales obtenidos han crecido en forma de prisma piramidal.
 - La tinción obtenida en el huevo de avestruz no es la esperada, ya que se ha teñido el amnios en lugar del cristal.
 - En el huevo de avestruz, los cristales se encuentran en la base, sin embargo en los de oca se hallan tanto en la base como en los laterales.

AGRADECIMIENTOS

- ❖ A la Universidad de Alcalá de Henares y a todos los patrocinadores, por haber facilitado los materiales para poder llevar a cabo esta experiencia.
- ❖ A la profesora de Física y Química, Pilar Cuesta López por su apoyo y ayuda prestada a la hora de realizar este proyecto.
- ❖ A las profesoras de Biología, Aida Gómez y Gema García Blázquez por su asesoramiento en la realización de este póster.
- ❖ A la profesora de tecnología, Pilar Sanjuán, por facilitarnos el material para la apertura de la geoda.

REFERENCIAS

- ✓ <http://fsicaquimicaymuchomas.blogspot.com.es/>
- ✓ http://www.xray.ncsu.edu/student_ital.HTML
- ✓ <http://www.crystallographicdatabase.com/>
- ✓ <http://www.msm.cam.ac.uk/phase-trans/2002/crystal/a.HTML>
- ✓ <http://www.geologia.uson.mx/academicos/palabro/PARTE4DEF.H TM>

Anexo 1: Póster grupo 1 Cristalización: Formación de geodas.



“CRISTALIZANDO MOMENTOS”



Realizado por: Jorge Painado, David Esteban y Guillermo Rueda
 Profesora de Física y Química: Pilar Cuesta
 Centro Educativo: Trinity College San Sebastián de los Reyes

Introducción

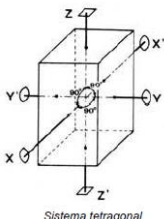
Una buena forma de empezar sería conocer qué es el ADP. Se trata de fosfato monoamónico, una sal empleada como fertilizante muy soluble en agua. Cristaliza en el sistema tetragonal, y dentro de esta, con estructura prisma-piramidal. La cristalización es el proceso por el cual se forma un sólido cristalino, a partir de un gas, líquido o disolución. La cristalización es un proceso que se emplea en Química con bastante frecuencia para purificar una sustancia sólida.

Objetivos

- Formación de cristales de ADP.
- Obtención de cristales muy cristalinos.
- Tinción de los cristales por colorante alimentario.

Materiales

- ADP
- Agua
- Colorante alimentario
- Vasos de precipitados
- Varilla de vidrio
- Espátula
- Placa térmica
- Balanza
- Recipiente de plástico
- Caja de poliestireno con función aislante
- Termómetro
- Cuaderno de prácticas



Metodología

Se realizan los primeros ensayos, en los que se obtienen cristales poco cristalinos. Después de varias sesiones, se obtienen cristales más ordenados y, por tanto, con mayor transparencia. El procedimiento a seguir es:
 -Pesar 300 g ADP y, una vez hecho esto, pasarlo al vaso de precipitados con el que se iba a trabajar.
 -Pesar 500 g de agua.
 -Disolver el ADP en el agua aplicando calor a la que se remueve con la varilla, hasta llegar a la obtención de una disolución sobresaturada. La temperatura se mantuvo entre 85 y 90 °C, sin llegar a la ebullición.
 -Acabado el paso anterior, dejar la disolución aislada térmicamente y evitando la evaporación para que se forme el cristal de forma lenta.

Resultados

Se presenta una composición cristalina de ADP. Se pueden observar diferencias en el tamaño y transparencia de los cristales debido a la temperatura a la que se realiza la disolución sobresaturada, la evaporación del agua y la velocidad de disminución de la temperatura. Se esperaba una mayor tinción de los cristales.



ADP (Fosfato Monoamónico)



Disolución sobresaturada de ADP



Primera Cristalización



Segunda Cristalización



Cuarta Cristalización y Crecimiento del Cristal hasta la Octava Cristalización



Tercera Cristalización

Conclusiones

En primer lugar, se ha podido comprobar la importancia del orden y la limpieza para trabajar en un laboratorio. Se observa que se pueden obtener cristales más transparentes controlando la temperatura de la disolución, evitando la evaporación del agua y manteniendo aislada térmicamente la disolución durante el proceso de cristalización. También se comprueba que aumenta la transparencia al añadir el colorante.

Agradecimientos

Queríamos agradecer su implicación y esfuerzo a nuestra profesora de Física y Química y a las profesoras de Biología, además de a los organizadores del concurso.

Referencias

- <http://www.geologia.uson.mx/academicos/palafox/PARTE1DEF.HTM>
- http://www.unav.es/~plu/guifre/pag608med_recursocontenid/1/IC_C11812_A/contenidos%20en%20pdf%20para%20descargar4.pdf
- http://www.unav.es/adj/UserFiles/File/40000051902_cristales.pdf
- <http://www.leo.csic.es/concurso>
- <http://www.unp.edu.ar/museovirtual/Minerales/Fichashtm/sistemas.htm>



Anexo 2. Póster grupo 2 Cristalizando momentos

Cartografía de una controversia sociocientífica local. El caso del agua en Almería

Díaz-Moreno, N., Jiménez-Liso, R.

Departamento de Educación. Universidad de Almería

nairadia@ual.es

RESUMEN

El planteamiento en la prensa de noticias con controversias sociocientíficas se convierte en un punto de partida y en un motor de aprendizaje para desarrollar la alfabetización científica en toda la población siendo aplicables en el aula de ciencias para plantear al alumnado diferentes puntos de vista sobre estos temas científicos frontera y sus repercusiones sociales. En esta comunicación buscamos llenar el vacío existente a la hora de determinar cuándo un tópico determinado constituye una controversia sociocientífica y planteamos el uso de la “Cartografía de la controversia”. Esta cartografía de la controversia nos permite estudiar con detalle las controversias sociocientíficas y, tras analizar los vínculos que se establecen entre redes de actores que aparecen, tipos de evento de las noticias y corrientes sociocientíficas obtener dos nuevos indicadores de controversias sociocientíficas generalizables a otros tópicos controvertidos siendo, por tanto, una buena herramienta para incorporar al aula de ciencias.

Palabras clave

Alfabetización científica, controversias sociocientíficas, cartografía de la controversia, prensa

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Este trabajo forma parte de una investigación más amplia cuyos objetivos eran identificar indicadores de controversias sociocientíficas (CSC) en prensa escrita, aplicar esos indicadores a un tópico concreto (*agua*) en prensa local y analizar su utilidad para generalizar la determinación de si cualquier temática aparecida en prensa, constituye o no, una controversia sociocientífica.

Nuestra búsqueda de indicadores surge como respuesta al vacío existente respecto a cómo determinar controversias sociocientíficas, justificando así la necesidad de nuestra investigación. Desde el punto de vista de la relevancia, esto tiene importantes repercusiones en la comprensión pública de la ciencia a través de la divulgación y en el contexto escolar, puesto que la selección de noticias que muestren controversias sociocientíficas debe ser el paso previo de todo docente que quiera utilizar la prensa en el aula de ciencias (Jarman y McClune, 2007; Bowe et al, 2014).

En nuestra investigación seleccionamos un tema de prensa local porque, en primer lugar, la temática que se lleve al aula de ciencias debe tener proximidad al alumnado y en segundo lugar, porque los periódicos locales en papel suelen encontrarse entre los recursos que todos los centros disponen. Por último, si conseguimos extraer indicadores de la prensa local que suele ser más reducida y sencilla que la nacional, serán fácilmente extrapolables a la prensa nacional o mundial. Sin embargo, debido a las diferencias de

complejidad de la prensa de mayor tirada, la extrapolación de los indicadores no tiene por qué realizarse a la inversa.

Seleccionamos el *agua* como temática de estudio para la extracción de indicadores CSC, en primer lugar, por su relevancia en la provincia de Almería tanto por la alta demanda por parte de la agricultura intensiva, motor de desarrollo económico de la provincia durante los últimos 30 años, como por la percepción social de déficit hídrico (es una de las provincias con menor índice pluviométrico de Europa), debido a las condiciones climáticas y geomorfológicas de la provincia que explican el paisaje semiárido con escasez de recursos hídricos superficiales. Esta percepción se pone de manifiesto en los datos de los últimos Ecobarómetros en Andalucía que señalan la escasez de agua como uno de los principales problemas ambientales.

Además el debate creado en el 2004 con la derogación del Plan Hidrológico Nacional y del trasvase del río Ebro, el más caudaloso de España, para transferir agua desde el extremo noreste hasta el sureste (Valencia, Alicante, Murcia y Almería) provocó una fuerte polémica a nivel nacional por el coste económico y el daño medioambiental que produciría el trasvase.

Estos hechos junto con la implantación de la Directiva Europea Marco Agua en el 2000 nos lleva a pensar que el tema del *agua* puede ser una controversia sociocientífica que aparezca reflejada en la prensa local, y que, por tanto, nos puede servir de caso para identificar indicadores CSC que verifiquen qué es una controversia.

En esta comunicación nos centraremos en los vínculos que se producen entre indicadores de controversias ya establecidos es un estudio previo (Díaz-Moreno, 2013), que constituyen a su vez nuevos indicadores de CSC y en la relevancia y potencialidad de la metodología utilizada para poder aplicarla en el aula de ciencias como herramienta para estudiar las controversias sociocientíficas.

2. MARCO TEÓRICO

La alfabetización científica de todos los ciudadanos nos sirve de marco teórico de este trabajo puesto que justifica la tentativa de avanzar hacia una concepción más social de la ciencia así como una de las principales finalidades de la educación científica (Lindsay, 2011). La alfabetización científica considera que la finalidad de la educación científica es lograr que toda la población tenga unos conocimientos científicos que les permita no sólo comprender noticias relacionadas con ciencia y tecnología que aparecen en los medios de comunicación sino además tomar decisiones y participar activamente en estas cuestiones. La estrecha relación entre alfabetización científica y comprensión de las noticias científicas en los mass media es recurrente como señala explícitamente Bybee (1997): *la alfabetización científica capacita para leer en la prensa artículos sobre ciencia y para participar en debates sociales sobre la validez de sus conclusiones.*

Creemos que las controversias sociocientíficas, al ser aquellos problemas relacionados con ciencia y sociedad, que surgen debido a la compleja relación que existe entre ambas (Kolstø, 2001) pueden ser un motor de la alfabetización científica (Sadler, 2009b y Zeidler et al. 2005).

El movimiento CSC ha surgido dentro de la enseñanza de las ciencias con el objeto de usar estas cuestiones controvertidas complejas como contexto para enseñar ciencias. Generalmente las CSC van unidas a la argumentación y la toma de decisiones, convirtiéndose así en buenas herramientas para trabajar la visión sobre naturaleza de la ciencia y estrategias de lectura crítica. A través de las CSC, los estudiantes no solo

incorporan conocimiento científico y datos, también consideran los aspectos sociales, económicos, éticos y morales del problema (Sadler, 2009a).

Si el objetivo prioritario de la enseñanza de las ciencias es formar ciudadanos que sean capaces de enfrentarse a la sociedad moderna, la educación basada en CSC aborda explícitamente el desafío de formar a los estudiantes para que sean capaces de negociar con cuestiones relacionadas con la ciencia. Estas cuestiones que hacen ver la necesidad de una alfabetización científica centrada en la naturaleza de las situaciones con un componente científico, situaciones en la que los estudiantes van a encontrarse como ciudadanos y donde tienen lugar más consideraciones que sólo las relacionadas con la ciencia. Aunque muchos profesores de ciencias pueden estar de acuerdo con este objetivo, siguen siendo una minoría los que lo consideran un objetivo prioritario puesto que se le sigue atribuyendo una mayor importancia al contenido científico (Sadler, 2011).

3. METODOLOGÍA

Para estudiar el tema del *agua* en Almería hemos seleccionado una muestra de 69 noticias de los dos periódicos de referencia locales (La Voz de Almería e Ideal) que recoge todas las noticias relacionadas con nuestro tópico durante el mes de Marzo de 2004. Esta fecha ha sido obtenida mediante la metodología noticia-testigo (Fernández-Muerza, 2004) que nos permite estudiar la frecuencia de noticias a través de la línea del tiempo desde 1992 hasta 2011. De esta manera determinamos el mes en que se produce un mayor aumento de noticias sobre esta temática en los periódicos nacionales de referencia (El País, La Vanguardia y El Mundo). Posteriormente extrapolamos este resultado de máxima presencia nacional de noticias sobre el *agua* a la prensa local estudiando la controversia relacionada con el *agua* durante este período de máxima presencia.

Con la finalidad de analizar nuestro tópico con detalle durante este período hemos utilizado la “Cartografía de las controversias” desarrollada por Bruno Latour y Michelle Callon que consiste en una adaptación de la Teoría del Actor Red. En esta cartografía hemos representado los indicadores de controversias más relevantes ya determinados en un estudio previo (Autora, 2013) y que pasamos a detallar a continuación.

Actores y Redes de actores

Según la teoría del actor-red, los actores forman el epicentro de los estudios sociales de la ciencia (Collins y Yarley, 1992 citados por Latour, 1992) aunque aislados no constituyen un indicador de controversia. El indicador de controversia será las relaciones que se establecen entre los diferentes *actores*, las *redes* que se forman entre ellos (*redes de actores*).

Tanto los actores como las *redes de actores* que intervienen en la controversia del *agua* en la prensa almeriense han sido establecidos sin categorías previas, de manera emergente, anotando cada actor que aparecía en las noticias seleccionadas de la muestra y agrupándolos por similitud para establecer categorías de actores (nivel 1) y, posteriormente, *redes de actores* que estaría en el nivel máximo de agrupación (nivel 2).

En el caso de las *redes de actores* partimos de la hipótesis: “si existe una dispersión en las *redes de actores* indicará que el tópico del *agua* afecta a muchos actores y, por tanto, constituye una temática controvertida, ya que existen muchos intereses. Por el contrario, la concentración de actores indicará que no constituye controversia”.

Hemos obtenido un total de 17 *redes de actores* que surgen de la agrupación de más de 30 categorías de actores. Organismos públicos, Política, Organismos privados, Regiones o provincias implicadas y Desalación son las *redes* que aparecen con mayor frecuencia

en la controversia del *agua*, con una frecuencia superior a 20 noticias en estas *redes* (de las 69 noticias de esta muestra).

La amplia dispersión de *redes* establecidas entre *actores* de la muestra pone de manifiesto que la temática del *agua* requiere del apoyo de numerosos actores que están interesados en su consolidación por distintas razones, lo que indica que la controversia se desplaza de un contexto a otro, atrayendo la atención de un gran número de actores. La dispersión de *redes de actores* y la heterogeneidad de las mismas es consecuencia de la existencia de controversia en el tema del *agua* mostrando el desplazamiento de la importancia de un tema sociocientífico a un tema sociopolítico o socioadministrativo.

Tipos de evento que presentan las noticias

Como señalan Dimopoulos y Koulaidis (2003) en su protocolo de análisis de noticias podemos considerar cinco *tipos de evento* o contextos en los que se desarrollan las noticias relacionados con la “innovación/investigación”, “eventos político-económicos”, relacionados con la “político-investigación”, “eventos divulgativos” y “eventos negativos”.

Para que el tópico estudiado, el *agua*, constituya una controversia sociocientífica las noticias relacionadas tienen que presentar *tipos de evento* más relacionados con la política que otros *tipos de eventos* como de “innovación” o “investigación”, o hechos “divulgativos” puesto que estos tipos de evento ponen de manifiesto un contexto mucho más “conflictivo” y que genera controversia. Por tanto, tiene que existir una mayor concentración en los *tipos de evento* “político-económico” que refleja el carácter controvertido de la noticia. Para la muestra seleccionada todas las noticias se concentran entre eventos político-económicos (85,5%) e innovación-investigación (14,5%) indicando la existencia de controversia.

Corrientes sociocientíficas

Con respecto a *corrientes sociocientíficas*, analizamos las noticias de la muestra estudiada, detectando las que plantean un enfoque controvertido. Obtenemos así un indicador más del carácter controvertido de la noticia. Para ello, agrupamos por similitud los posibles *enfoques controvertidos* con respecto al *agua* que aparecen en la noticia de forma mayoritaria, estableciendo categorías emergentes que están relacionadas con el tratamiento de la temática. Así obtenemos palabras clave que nos darán idea de la temática controvertida de la noticia.

Los vínculos establecidos entre estos tres indicadores de CSC: *redes de actores*, *tipos de evento* y *corrientes sociocientíficas* han sido representados utilizando UCINET 6 (Borgatti, Everett y Freeman, 2002) que es un instrumento específico para el análisis de las redes sociales. Para poder analizar la red construiremos un gráfico utilizando Netdraw (<http://www.analytictech.com/downloadnd.htm>) que forma parte del software de UCINET 6.

Consideramos que estos *vínculos* pueden ser un buen indicador de controversia pues en función del número de relaciones que se establezcan entre *redes de actores* y *tipos de eventos* permitirán describir qué *tipo de evento* genera más controversia para un tema determinado y, por otra parte, los vínculos entre *redes de actores* y *corrientes sociocientíficas* permitirán mostrar qué *corrientes* son las que generan más controversia.

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Para mostrar los resultados vamos a separar entre vínculos establecidos entre redes de actores y tipos de evento (figura 1) y vínculos establecidos entre redes de actores y corrientes sociocientíficas (figura 2).

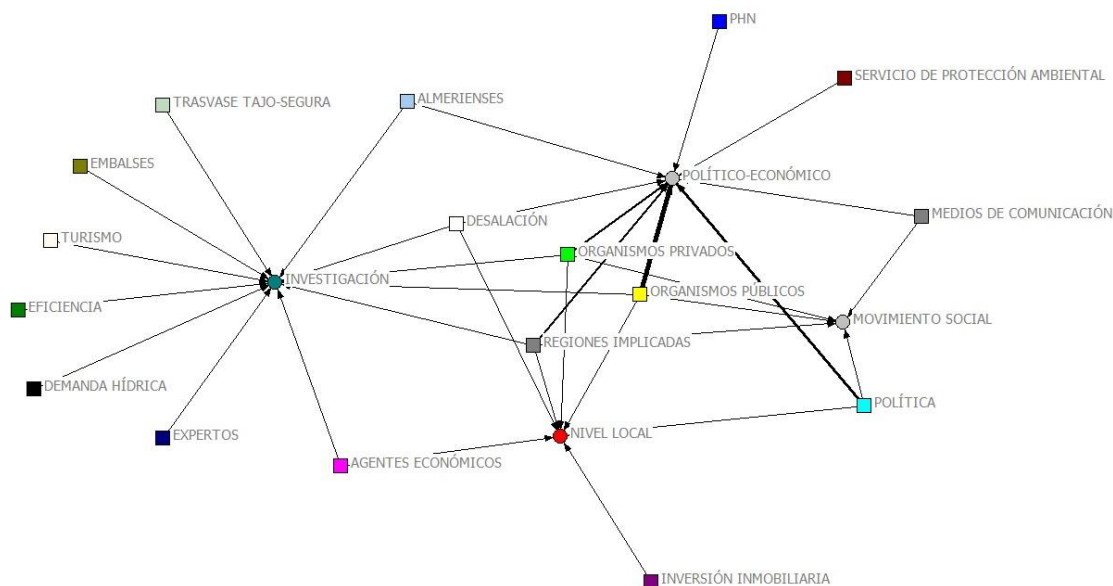


Figura 1. Representación del mapa de vínculos entre redes de actores y tipos de evento

Hemos obtenido un mapa donde se representan las 17 *redes de actores* detectadas (cuadrados) y los cuatro *tipos de eventos* (círculos) que constituyen los nodos del mapa. Al representar los *vínculos* (líneas) podemos observar la potencialidad del mapa, que resulta muy visual para estudiar las interacciones que se producen (figura 1).

Las *redes de actores* que presentan más conexiones con *tipos de eventos* son **Organismos públicos**, **Organismos privados** y **Regiones implicadas** apareciendo en eventos “político-económico” o relacionados con la “investigación”. Es decir, de las 17 *redes de actores* sólo hay cinco que interaccionan con más de 2 *tipos de evento*.

En cuanto a los *vínculos establecidos entre redes de actores y corrientes sociocientíficas* debemos utilizar el mapa de la figura 2 donde se representan las 17 *redes de actores* (cuadrados) con las cinco *corrientes sociocientíficas* (círculos).

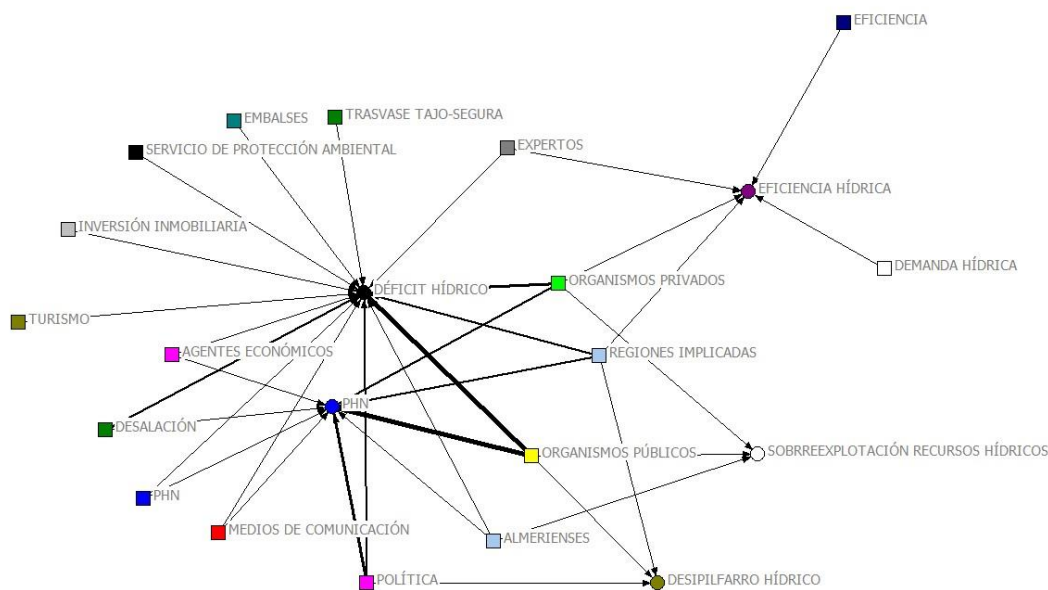


Figura 2. Representación del mapa de vínculos entre redes de actores y corrientes sociocientíficas

Al igual que en el mapa anterior (figura 1) las *redes de actores* que tienen mayor número de interacciones con las *corrientes sociocientíficas* siguen siendo **Organismos públicos**, **Organismos privados** y **Regiones implicadas**, con 4 o más vínculos con denominador común de corrientes sociocientíficas como *PHN* o *déficit hídrico*. Si miramos el mapa desde las *corrientes*, las dos anteriores (*PHN* y *déficit hídrico*) están vinculadas a la mayoría de las *redes de actores* (15 vínculos y 9 respectivamente). Si excluyésemos los nodos relativos a *redes* que sólo se vinculan una o dos veces con *corrientes*, el mapa de la controversia cambiaría ligeramente siendo el “déficit hídrico” la *corriente* mayoritaria común.

El mapa caracteriza la existencia de controversia e indica su naturaleza real en el ámbito de nuestro estudio: la prensa local almeriense. Uno de los nodos de mayor controversia, como era de esperar, es el PHN ya que las noticias seleccionadas corresponden al período de máxima controversia a nivel de prensa nacional de su debate político, sin embargo, aparecen dos corrientes “autóctonas” como son el *déficit hídrico* y la *eficiencia hídrica*, dos concepciones alternativas bien arraigadas en la población almeriense relacionadas con la baja pluviometría en la provincia de Almería que contrasta con el interés económico-comercial para la agricultura intensiva.

Por todo lo descrito en este apartado, los dos mapas obtenidos son una herramienta excelente para describir en profundidad la controversia *agua* durante el periodo de análisis (marzo de 2004) aportando dos indicadores de CSC que pueden ayudar a determinar otras CSC locales, aportando especificidad en la descripción de las mismas.

En nuestra opinión esta metodología puede ser una buena herramienta para estudiar las noticias con CSC, donde aparecen distintos puntos de vista, distintos argumentos, ofreciendo una excelente oportunidad al profesorado para implicar al alumnado en los grandes debates sociales, identificando los diferentes intereses en juego, participando en debates relacionados con ciencia y tecnología y tomando decisiones críticas y fundamentadas.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Borgatti, S. P., Everett, M. G. y Freeman, L. C. (2002). *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies.
- Bowe, B.J., Oshita, T., Terracina-Hartman, C. and Chao, W. (2014). Framing of climate change in newspaper coverage of the East Anglia e-mail scandal. *Public Understanding of Science*, 23(2), 157-169.
- Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth: Heinemann.
- Díaz-Moreno, N. (2013). Determinación de una controversia socio-científica a nivel local: el caso del agua como recurso natural en la prensa almeriense. Almería: Universidad de Almería.
- Dimopoulos, K. y Koulaidis, V. (2003). Science and Technology. Education and Citizenship: The potential role of the press. *Science Education*, 87, 241-256.
- Fernández-Muerza, A. (2004). *Estudio del periodismo de información científica en la prensa de referencia: el caso español a partir de un análisis comparativo*. Tesis doctoral, Universidad del País Vasco. Recuperado el 12/07/13 de <http://e-ciencia.com/afm/tesis-alex.pdf>.
- Jarman, R. y McClune, B. (2007). *Developing Scientific Literacy. Using News Media in the Classroom*. New York: McGraw-Hill.
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socioscientific Issues. *Science Education*, 85(3), 291-310.
- Latour, B. (1992). "Where are the Missing Masses? The Sociology of a Few Mundane Artifacts". En Bijker, W. E. y Law, J. (Eds.), *Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnical Change* (pp. 225-228). USA: MIT Press.
- Lindsay, S. (2011). Scientific Literacy: A Symbol for Change. En J. Lourghan, K. Smith, A. Berry (Eds.), *Scientific Literacy Under the Microscope* (pp. 3-15). Clayton, Australia: Sense.
- Sadler, T. D. (2009a). Socioscientific issues in science education: labels, reasoning, and transfer. *Cultural Studies in Science Education*, 4, 697-703.
- Sadler, T. D. (2009b). Situated learning in science education: socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1-42.
- Sadler, T. D. (2011). Situating Socio-scientific Issues in Classrooms as a Means of Achieving Goals of Science Education, en Sadler, T. D. (Ed.) *Socio-scientific Issues in the Classroom: Teaching, learning and research* (pp. 1-9). Netherlands: Springer.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L. y Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socio-scientific issues education. *Science Education*, 89, 357-377.

Análisis del contenido científico en el proceso de compra y posibles orientaciones didácticas

Fernandez-Sanchez, B., Ezquerra, A.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid

belenfersan@gmail.es

RESUMEN

Esta comunicación recoge el resumen de una serie de trabajos previos en los que se analizan los contenidos científicos y tecnológicos del proceso de compra. En concreto, se muestran los resultados del análisis del contenido científico de la información que aparece en las etiquetas y envases de distintos tipos de productos. Los resultados recogen la clasificación de las unidades de información de estos elementos en torno a seis categorías: magnitudes físicas y unidades, composición, procedimientos, instrucciones de seguridad, información que hace referencia al medio ambiente y mensaje publicitario. Del mismo modo, se indican una serie de orientaciones didácticas para trabajar con estos elementos en el aula.

Palabras clave

Alfabetización científica, formación ciudadana, enseñanza no formal, ciencia cotidiana, proceso de compra

INTRODUCCIÓN

La ciencia y la tecnología están completamente inmersas en nuestro día a día. Juegan un papel tan importante que las características de nuestra civilización y su evolución dependen en gran medida del desarrollo científico y tecnológico que se produce en nuestra sociedad (Korotayev, Malkov y Khaltourina, 2006).

Además, en los últimos años, se ha producido un aumento en el interés por parte de la ciudadanía hacia la ciencia y tecnología. De hecho, parece que cuanto más próximos son estos temas a la ciudadanía, más parecen interesarles (EU, 2010; FECYT, 2015).

Sin embargo, a pesar de esta evolución favorable en el interés que suscitan la ciencia y la tecnología, casi la mitad de la ciudadanía (47,1%) considera que su educación científica es baja o muy baja (FECYT, 2015). Esta percepción se corrobora con estudios que indican que la ciudadanía en general y el alumnado en particular no cuentan con un nivel adecuado en cuanto a educación científica se refiere (COSCE, 2011).

En este sentido, uno de los principales problemas que se dan en la enseñanza de las ciencias y que impiden la adquisición de una adecuada formación científica es la desconexión entre los contenidos que se trabajan en clase y el día a día del alumnado (Pozo y Gómez-Crespo, 1998). Esta situación parece provocar que, en general, el alumnado tenga cierta dificultad para utilizar los conocimientos científicos escolares en su vida cotidiana, ya sea para explicar algún suceso cercano o para tomar decisiones críticas y fundamentadas ante algunos problemas de carácter científico-tecnológico (Sanmartí, Burgoa y Nuño, 2011).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Estas circunstancias –ciencia inmersa en nuestra sociedad, aumento del interés en los temas científicos cercanos a la ciudadanía, escaso nivel de formación científica y poca relación entre los contenidos que se ven en clase y el día a día del alumnado- nos llevó a plantearnos una serie de preguntas: ¿cuáles son los contenidos científicos a los que la ciudadanía tiene que enfrentarse en su día a día?; ¿cuáles son los conocimientos que demandan en la ciudadanía?; ¿y en el alumnado?; ¿de qué manera se encuentran estos contenidos en el currículo escolar?; ¿de qué manera se pueden trabajar estos contenidos en el aula?; ¿cómo se pueden relacionar estos contenidos con el conocimiento que tiene o no tiene el alumnado? ¿y la ciudadanía?; ¿y con las concepciones alternativas?...

La enorme variedad de contenidos científicos a los que la ciudadanía tiene que enfrentarse en su día a día hace que responder a estas preguntas no sea tarea sencilla, aunque sí de gran interés. Por eso, una primera aproximación debería empezar por dar respuesta a la pregunta *¿cuáles son los contenidos científicos a los que la ciudadanía tiene que enfrentarse en su día a día?*

Pero incluso responder a esta pregunta entraña cierta dificultad, ya que las situaciones en las que el individuo encuentra ciencia son muy diversas. Por eso, resulta de especial interés agrupar todos los contenidos científicos a los que la ciudadanía tiene que hacer frente en grandes contextos, cada uno con sus elementos y contenidos de carácter científico. En nuestro análisis, los contextos que hemos identificado son los siguientes:

- El proceso de compra. En nuestra sociedad la obtención de recursos mediante el proceso de compra es una acción que realizan la mayoría de las personas. En este contexto es posible encontrar distintos elementos con contenido científico como la publicidad (Campanario, Moya y Otero, 2001; Pitrelli, Manzoli y Montolli, 2006; Arroyo, 2013), la información que aparece en las etiquetas (Sørensen, Clement y Gabrielsen, 2012), los conocimientos de vendedores y compradores, las percepciones de los consumidores y consumidoras ante determinados productos, etc.
- Los medios de comunicación de masas. Hay contenido científico en las noticias (Jarman y McClune, 2002; Murcia, 2009), en los espacios meteorológicos (Ezquerro y Pro, 2006), en los anuncios (McSharry, 2002), en los programas de televisión (Dhingra, 2003; Pro y Ezquerro, 2005;), en la prensa escrita (Oliveras, Márquez, y Sanmartí, 2013; Halkia y Mantzouridis, 2005; Jiménez-Liso, Hernández, Lapetina, 2010), etc. De hecho, los medios de comunicación de masas (internet, televisión, prensa, radio) es la fuente de información científica más usada por la población española (FECYT, 2015).
- Participación ciudadana. El debate social está cargado de contenido científico (Hadzigeorgiou, 2014; Weiss, 2012), tal y como se puede observar, por ejemplo en los programas electorales de los partidos políticos (Ezquerro, Fernandez-Sanchez y Magaña, 2015a) o en las iniciativas de participación ciudadana (transgénicos-sí/transgénicos-no).
- Medicina y salud. Este tema se encuentra entre los primeros en la lista de intereses de la ciudadanía (FECYT, 2015). En este contexto, es importante tener un pensamiento crítico para evitar ser engañado con pseudomedicinas o tratamientos alternativos. Así pues, se ha demostrado que las creencias pseudocientíficas perjudican la salud (Yarritu, Matute, Luque, 2015). Del mismo modo, una correcta alfabetización científica podría provocar una mejora a la hora de decidir un tratamiento médico (Maienschein, 1998).

En esta comunicación nos centramos en el análisis de los contenidos de uno de los contextos –el proceso de compra-, y uno de los elementos –la información de las etiquetas de distintos tipos de productos. En concreto, vamos a trabajar en los siguientes puntos:

- Cuáles son los contenidos con carácter científico que aparecen en las etiquetas de distintos tipos de productos (alimentos, aparatos eléctricos y electrónicos, productos de limpieza del hogar y prendas de ropa).
- Cómo se podrían trabajar estos contenidos en el aula.

RESULTADOS

Una vez seleccionados los productos, recogimos las unidades de información de las etiquetas, cajas y envases, y los clasificamos en distintas categorías: magnitudes físicas y unidades; composición; procedimientos; instrucciones de seguridad; información referente al medio ambiente; mensaje publicitario.

Magnitudes físicas y unidades

Los contenidos que se recogen aquí muestran información objetiva sobre las características del producto. Las unidades pueden dividirse en dos subcategorías: unidades físicas predefinidas y unidades físicas de conveniencia. Las primeras miden magnitudes con unidades que ya han sido establecidas previamente (p.ej. volumen-litros; masa-gramos; temperatura-°C), mientras que las segundas miden una propiedad específica del producto mediante una unidad creada ad hoc. Estas unidades aparecen ante la necesidad de hacer más comprensible cierta información al consumidor (p.ej. medir la capacidad de un lavavajillas en cubiertos, la cantidad de un detergente en tapones, la velocidad de impresión en páginas por minuto, o el impacto medioambiental con la huella de carbono).

Composición

Esta categoría está relacionada de forma directa con las propiedades del producto. La información que ofrece varía de unos a otros. Así, en los alimentos, esta información hace referencia a los ingredientes, que pueden ser alimentos propiamente dichos (p.ej. cacao, huevos, leche, aceite de palma), elementos o compuestos químicos (p.ej. Ca, NaCl, CaCO₃), biomoléculas (p.ej. grasas, hidratos de carbono, proteínas), vitaminas, o aditivos (p.ej. E-414, E-445). En los productos de limpieza, esta información viene dada por los distintos compuestos químicos (p.ej. hipoclorito de sodio, KOH, surfactantes aniónicos). Por último, en las prendas de vestir y en los aparatos eléctricos y electrónicos, esta información hace referencia a los materiales de fabricación, que pueden ser de origen natural, tanto animal (p.ej. cuero, lana) como vegetal (p.ej. algodón, lino), o sintéticos (p.ej. nailon, teflón).

Procedimientos

Esta categoría se puede dividir en dos subgrupos: tratamientos de procesado e instrucciones. El primero de ellos indica el procedimiento mediante el cual el producto se ha procesado, apareciendo de forma mayoritaria en los alimentos (p.ej. envasado en atmósfera protectora, pasteurizado), aunque también se puede encontrar en los demás productos (p.ej. hecho a mano). Al igual que con la composición, los distintos tratamientos a los que se someten los alimentos están relacionados con sus características (sabor, conservación, propiedades organolépticas...). Por otro lado, en el segundo subgrupo -instrucciones- aparecen contenidos con una serie de indicaciones concretas

(p.ej. diluir un tapón de producto en 1L de agua, calentar en el microondas a potencia máxima durante 3 minutos, lavar con agua fría).

Instrucciones de seguridad

A pesar de que los contenidos que se encuentran en esta categoría podrían estar dentro de la categoría procedimientos, los hemos considerado como una categoría aparte debido a la importancia que esta información tiene para la salud de las personas. De hecho, estos contenidos son de tal importancia que, en los alimentos y los productos de limpieza del hogar, cuenta con su propia regulación (Regulación (EU) No 1169/2011 y Regulación (EC) No 1272/2008, respectivamente).

Esta categoría también se puede dividir en dos subgrupos: instrucciones preventivas (p.ej. no utilizar si hay gas inflamable, evitar el contacto con piezas magnéticas, en contacto con ácidos puede liberar gases tóxicos, conservar entre 1°C y 5°C, contiene trazas de frutos secos) e instrucciones paliativas (p.ej. lavar con agua en abundancia si el producto entra en contacto con los ojos).

Información que hace referencia al medio ambiente

Esta categoría agrupa la información relacionada con el impacto que estos productos provocan en el medioambiente (p.ej. huella de carbono, producto de temporada, lugar de producción, biodegradable, no testado en animales, certificado orgánico). En los estudios que hemos realizado, únicamente hemos tenido en cuenta las unidades de información que hacen referencia al producto propiamente dicho, no al paquete o embalaje.

Mensaje publicitario

Los resultados que nos hemos encontrado en esta categoría coinciden con el análisis realizado del mensaje publicitario de los anuncios de la prensa escrita (Ezquerria y Fernandez-Sanchez, 2014). Esta categoría recoge las unidades de información utilizada para destacar alguna propiedad del producto y distinguirlo de otros similares. En este sentido, es muy común utilizar contenidos científicos y tecnológicos como estrategia publicitaria (Belova, Rundgren, y Eilks, 2015).

En muchos de estos mensajes se hace un mal uso de la ciencia (Campanario, Mora y Otero, 2001). Así pues, no es raro encontrar conceptos aparentemente científicos que no existen (p.ej. oxiactivo, energía limpia, ultraconcentrado); exageraciones incorrectas (p.ej. el secreto de salud, mata todo tipo de gérmenes y virus); contenidos científicos usados de forma incorrecta (100% natural, sin químicos, sin conservantes, sal no modificada genéticamente); comparaciones cuantitativas incompletas (p.ej. 30% menos de grasa (sin indicar con respecto a qué otro producto), doble sabor a chocolate, mejor investigación = mejor limpieza); argumentos científicos erróneos o difíciles de entender (protege tus defensas, con aditivos oxigenados, polímeros extra brillantes) y utilización de la ciencia y la tecnología como fuente de autoridad (p.ej. recomendado por la Asociación Española de Pediatría, nueva fórmula). Estos mensajes ambiguos y vacíos de contenidos pueden confundir al consumidor, por lo que son necesarios unos conocimientos y un pensamiento crítico con el que distinguir las afirmaciones vacías de contenido y sin argumentación científica de las que sí que lo son.

Por otro lado, hemos encontrado unidades de información que hacen referencia a lo “verde” y “ecológico del producto” y que insinúan una mejor calidad del producto o beneficio para la salud de las personas (p.ej. ecofriendly, productos de origen vegetal, sin fertilizantes químicos). Sin embargo, estas afirmaciones parecen ser más un reclamo publicitario que un indicador de respeto medioambiental. A día de hoy, son muchas las

compañías que ponen en marcha esta práctica -uso de mensajes con contenido medioambiental sin ninguna fundamentación-, llamada “greenwashing” (Parguel, Benoit-Moreau y Russell, 2015).

ORIENTACIONES DIDÁCTICAS

Desde el punto de vista de la educación formal, la mayoría de los contenidos que se acaban de exponer aparecen de una forma u otra en el currículo de ciencias. Sin embargo, en el aula se presentan como una serie de conceptos y procedimientos sin ninguna contextualización (p.ej. ejercicios de cambios de unidades, cálculo de concentración de disoluciones). A partir de los resultados obtenidos, podemos realizar una serie de orientaciones didácticas para trabajar con estos elementos en el aula de manera contextualizada y relacionando, de este modo, contenidos científicos con contextos familiares al alumnado.

Así pues, las unidades físicas predefinidas, estables y homogéneas, pueden ser seleccionadas fácilmente para trabajar con ellas en el aula. De este modo, se pueden utilizar las etiquetas para identificar el símbolo de las unidades, saber qué magnitud mide, distinguir una magnitud de otra, saber que cada unidad tiene su origen en una cantidad estandarizada fijada por conveniencia, realizar conversión de unidades, considerar la cantidad de un producto como un múltiplo o submúltiplo de una unidad determinada, comparar diferentes cantidades, realizar estimaciones, etc. Por otro lado, las unidades físicas de conveniencia, más heterogéneas, se pueden utilizar para mostrar al alumnado ejemplos reales de cómo se crean las unidades o cómo realizar estimaciones.

En relación con la información que hace referencia a la composición del producto, se pueden trabajar contenidos de química, como formulación (Calvo, 2014) y de bioquímica y nutrición. Combinando la información de las etiquetas referente a las unidades con la referente a la composición, y atendiendo a las recomendaciones nutricionales, el alumnado puede realizar un pequeño análisis de su dieta o diseñar menús saludables. Por otro lado, también se pueden detectar ciertos errores que aparecen en las etiquetas para, a continuación, profundizar más en el tema que se quiera trabajar. Por ejemplo, es frecuente encontrar que compuestos como hierro, el sodio o el magnesio, entre otros, aparecen como elementos en las etiquetas de los alimentos cuando en realidad son parte de compuestos químicos, como sales binarias o ternarias. Otro aspecto importante que se podría trabajar es el de los polímeros, utilizando sobre todo la información que aparece en las prendas de vestir realizando, por ejemplo, pequeñas investigaciones sobre un tipo de material u otro.

La información que hace referencia a los procedimientos e instrucciones de seguridad se puede utilizar en el aula para trabajar contenidos más procedimentales, como la preparación de disoluciones de distinta concentración. También se pueden llevar a cabo pequeñas investigaciones sobre distintos tratamientos (p.ej. ¿Qué tratamiento de conservación utilizarías para una determinada situación? ¿Qué implica que la leche esté pasteurizada? ¿Qué supone que un alimento esté envasado en atmósfera de vacío?)

En cuanto a la información que hace referencia al medio ambiente, se puede trabajar la concienciación y las actitudes sobre las consecuencias que tienen para el medio ambiente nuestros actos (y los del alumnado), así como el planteamiento y discusión de determinadas preguntas (p.ej. el hecho de consumir productos locales o de temporada; qué representa la huella de carbono y cuáles son sus valores de referencia; qué implicaciones tiene para el medio ambiente y para nuestra salud que un producto tenga el certificado europeo de la UE: cuáles son los criterios que tienen que cumplir, si es cierto

que, en el caso de los alimentos, no han utilizado fertilizantes, o si son realmente mejores para la salud de las personas, etc.). También se pueden plantear pequeñas investigaciones con las que se dé respuesta a determinadas preguntas (p.ej. ¿Qué es más sostenible, consumir una piña con certificado ecológico cultivada en un invernadero de Holanda o unas naranjas sin certificado producidas en Valencia?).

Por último, en relación a la información que hace referencia al mensaje publicitario, se pueden realizar debates o pequeñas investigaciones sobre si determinados mensajes tienen sentido o no, en qué se basan, buscar información en distintas fuentes y contrastarla, etc. En este sentido, ya se han realizado trabajos en los que se utiliza la publicidad en clase de ciencias (Jiménez-Liso, De Manuel-Torres, González-García y Salinas-López, 2000; Belova y Eilks, 2015; Ezquerro, Fernández-Sánchez y Magaña, 2015b).

Estos son algunos ejemplos. Una lista completa y detallada, así como su estudio de la implementación en el aula, quedan pendientes para futuros trabajos. Aún así, destacamos en que el hecho de conocer estos contenidos nos puede permitir establecer una serie de referentes para orientar las actividades de aula y relacionarlas con situaciones cercanas al alumnado.

BIBLIOGRAFÍA

Arroyo, M. (2013). Scientific Language in Skin-Care Advertising: Persuading Through Opacity. *Revista española de lingüística aplicada*, 26, 197-214.

Belova, N. y Eilks, I. (2015). Learning with and about advertising in chemistry education with a lesson plan on natural cosmetics – a case study. *Chemical Education Research and Practice*, 16, 578-588.

Belova, N., Rundgren, S. y Eilks, I. (2015). Advertising and science education: a multi-perspective review of the literature. *Studies in Science Education*, 51, 169-200.

Calvo, M.A. (2014). Using Product Content Labels to Engage Students in Learning Chemical Nomenclature. *Journal of Chemical Education*, 91, 757-759.

Campanario, J.M., Moya, A. y Otero, J.C. (2001). Invocaciones y usos inadecuados de la ciencia en la publicidad. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 19(1), 45-56.

COSCE. (2011). Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para Edades Tempranas en España.

Dhingra, K. (2003). Thinking about television science: how students understand the nature of science from different program genres. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 234-256.

EC n° 1272/2008. Regulation (EC) No 1272/2008 of the European Parliament And Of The Council of 16 December 2008 on classification, labelling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing Directives 67/548/EEC and 1999/45/EC, and amending Regulation (EC) No 1907/2006.

EU 1169/2011. Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011 on the provision of food information to consumers, amending Regulations.

EU. (2010). *Science and Technology*. Special Eurobarometer 340. Brussels.

Ezquerro, A. y Fernandez-Sanchez, B. (2014). Análisis del contenido científico de la publicidad en la prensa escrita. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 275-289.

Ezquerro, A., Fernandez-Sanchez, B. y Magaña, M. (2015a). Qué contenidos científicos proponen los partidos políticos y su repercusión en la alfabetización científica de la ciudadanía. Estudio sobre el tópico “energía”. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12 (3), 491-507.

Ezquerro, A., Fernandez-Sanchez, B., y Magaña, M. (2015b). Verdad, mentita... verdad, mentira... Enséñame a decidir. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 81, 9-16.

Ezquerro, A. y Pro, A. (2006). Posibles usos didácticos de los espacios meteorológicos de la televisión. *Revista Electrónica de Enseñanza de la Ciencia*, 5(1), 114-135.

FECYT. (2015). *VII Encuesta de Percepción Social de la Ciencia*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FECYT.

Hadzigeorgiou, Y. (2014). A Critique of Science Education as Sociopolitical Action from the Perspective of Liberal Education. *Science and Education*, 24, 259-280.

Halkia, K. y Mantzouridis, D. (2005). Students' views and attitudes towards the communication code used in press articles about science. *International Journal of Science Education*, 27, 1395-1411.

Jarman, R. y McClune, B. (2002). A survey of the use of newspapers in science instruction by secondary teachers in Northern Ireland. *International Journal of Science Education*, 24, 997-1020.

Jiménez-Liso, M.R., De Manuel-Torres, E., González-García, F. y Salinas-López, F. (2000). La utilización del concepto de pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos: aplicaciones en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), 451-461.

Jiménez-Liso, M.R., Hernández, L. y Lapetina, J. (2010). Dificultades y propuestas para utilizar las noticias científicas de la prensa en el aula de ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 7 (1), 107-126.

Korotayev, A., Malkov, A. y Khaltourina D. (2006). *Introduction to Social Macrodynamics: Compact Macromodels of the World System Growth*. Moscow: Editorial URSS.

Maienschein, J. (1998). Scientific Literacy. *Science*, 281, 917.

McSharry, G. (2002). Television programming and advertisements: help or hindrance to effective science education? *International Journal of Science Education*, 24, 487-497.

Murcia, K. (2009). Science in the news: an evaluation of students' Scientific Literacy. *Teaching Science*, 55(3), 40-45.

Oliveras, B., Márquez, C. y Sanmartí, N. (2013). The use of newspaper articles as a tool to develop critical thinking in science classes. *International Journal of Science Education*, 35(6), 885-905.

Parguel, B., Benoit-Moreau, F. y Russell, C. (2015). Can evoking nature in advertising mislead consumers? The power of 'executional greenwashing'. *International Journal of Advertising*, 34, 107-134.

Pitrelli, N., Manzoli, F. y Montolli, B. (2006). Science in advertising: uses and consumptions in the Italian press. *Public Understanding of Science*, 15, 207-220.

Pozo, J.I. y Gómez-Crespo, M.A. (1998). *Aprender y Enseñar Ciencia*. Madrid: Morata.

Pro, A. y Ezquerro, A. (2005). ¿Qué ciencia ve nuestra sociedad? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 43, 37-48.

Sanmartí, N., Burgoa, B. y Nuño, T. (2011). ¿Por qué el alumnado tiene dificultades para utilizar sus conocimientos escolares en situaciones cotidianas? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 67, 62-69.

Sørensen, H., Clement, J. y Gabrielsen, G. (2012). Food labels – an exploratory study into label information and what consumers see and understand. *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 22, 101-114.

Weiss, C. (2012). On the Teaching of Science, Technology and International Affairs. *Minerva*, 50, 127–137.

Yarritu, I., Matute, H., Luque, D. (2015). The dark side of cognitive illusions: When an illusory belief interferes with the acquisition of evidence-based knowledge. *British Journal of Psychology*. 106, 597–608.

Análisis de las preferencias que muestran los niños hacia los animales: Relación con su entorno escolar

Magaña, M., Ezquerro, A.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación.
Universidad Complutense de Madrid*

mmaganar@edu.ucm.es

RESUMEN

En este estudio se propone explorar cuáles son las percepciones que tienen los niños acerca de algunos animales, así como las causas que podrían motivar estos comportamientos. El análisis se realizó sobre una muestra de 19 niños de 3º de Educación Infantil a los que se presentaron, individualmente, imágenes de diferentes animales para comprobar si los identificaban y si sentían agrado o desagrado, preguntándoles también por las causas de tales sensaciones. Para comprobar si las respuestas de los niños estaban relacionadas con su entorno escolar fueron analizados los libros de la biblioteca de aula y las fichas de las unidades didácticas del maestro colaborador. Los resultados indican que las percepciones de los niños hacia determinados animales coinciden bastante con las presentes en su ambiente escolar.

Palabras Clave: animales, valores, actitud, educación infantil.

INTRODUCCIÓN

Observar y explorar el entorno es uno de los objetivos básicos a los cuales debe contribuir la educación infantil. El Real Decreto 1630/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas del segundo ciclo de Educación infantil, hace referencia a tres tipos de entorno: el familiar, el natural y el social. En la presente investigación nos centramos en un componente del entorno natural: los animales. Más concretamente, el fin de este estudio fue aproximarnos a las concepciones que los niños tienen de los animales y conocer el porqué de las mismas, ya que estas creencias influirán en sus actitudes y más tarde determinarán su comportamiento.

Nuestro interés en este tema no es solo porque sea una parte importante de los objetivos y contenidos que plantea la etapa de infantil, sino también, y fundamentalmente, porque los vínculos afectivos con la Naturaleza, en este caso concreto con la fauna, han sido y son cruciales en las relaciones persona-entorno y, por tanto, determinantes en nuestra valoración y comportamiento ambiental.

Durante los primeros años de vida del niño se empiezan a construir los valores, aquello que es apreciado o rechazado, y se conforma en un orden jerárquico que será determinante para fijar la actitud del individuo. Este proceso termina por establecer relaciones entre creencias, actitudes, intención conductual y conducta, como indica Ajzen y Fishbein (1980). Por otra parte, tal y como señala Cárdenas (2006), los valores ni pueden ser aprendidos como cualquier otro contenido conceptual o procedimental, ni mucho menos pueden imponerse. Como defiende Novo (1996, p. 96) “los valores han de ser descubiertos e integrados por las personas que aprenden”. Se trataría, por tanto, de

sustituir el término “inculcar” por el de “promover” el descubrimiento y la reflexión personal para que cada persona vaya construyendo su propio sistema de valores.

Por otra parte, los animales llaman la atención a los más pequeños de forma natural, pero la actitud y el comportamiento hacia ellos se van estableciendo con el paso del tiempo. Desde la infancia, los niños van construyendo sus creencias a partir de la información que poseen, derivada tanto de sus experiencias personales —placenteras o desagradables— como de aquello que ven y escuchan a su alrededor. Estas creencias o convicciones que tienen los niños sobre los animales suelen ir acompañadas de elementos emotivos y/o afectivos, y cuando ya están adquiridas dan paso a las actitudes. Esta afectividad-emotividad, presente en la formación de creencias, es lo que da pie a crear sentimientos positivos o negativos hacia la fauna doméstica o silvestre y son determinantes para fijar la actitud que desarrollan los niños hacia la Naturaleza.

Señalemos que son muy numerosos los estudios que señalan que la fobia a los animales es uno de los miedos que los niños presentan con mayor frecuencia (Jersild y Holmes, 1935, citado en Méndez, Rosa y Orgilés, 2005; Muris, Merckelbach, Mayer y Prins, 2000; Medina-Mora y cols., 2003; Iancu y cols., 2007, citado en Bermúdez-Ornelas y Hernández-Guzman, 2008). Desde las primeras edades los niños pueden manifestar temor hacia algunos animales, pero parece ser que es en torno a los 7 años cuando estos temores comienzan a tomar forma de fobia (Caraveo-Anduaga, Colmenares-Bermúdez y Martínez-Vélez, 2002; Medina-Mora y cols., 2003; Fong y Garralda, 2006, citado en Bermúdez-Ornelas y Hernández-Guzman, 2008).

Obviamente, si desde la escuela propiciamos el conocimiento y el contacto con todo tipo de animales no solo contribuiríamos a que los niños adoptasen una postura segura y respetuosa hacia la fauna, sino que, al mismo tiempo, estaríamos reduciendo las posibilidades de que apareciesen fobias en el futuro.

Por todo esto, resulta básico plantearnos qué animales conocen y no conocen, averiguar las concepciones infantiles sobre estos seres vivos, dónde encuentran sus referentes, etc. Los objetivos que, por tanto, pretendemos abarcar en este estudio son:

- Identificar cuáles son los animales más conocidos por los niños y saber cuáles les causan mayor rechazo o miedo, y cuáles más aceptación o afecto.
- Analizar algunas de las posibles causas de rechazo o miedo, y de aceptación o afecto.

METODOLOGÍA

La recogida de datos para esta investigación fue llevada a cabo en un colegio ubicado en una zona urbana al sur de la Comunidad de Madrid, en una clase de 3º de Educación Infantil, con una muestra de 19 participantes. En una primera fase del trabajo debíamos seleccionar la muestra de animales que iba a formar parte del estudio, para lo que se llevaron a cabo los siguientes análisis:

Estudio 1 para la selección: revisión de todos los libros y cuentos que formaban parte de la biblioteca del aula. En este proceso se analizaron 210 libros, de los cuales en 182 aparecían animales. La mayoría de los textos eran cuentos literarios y el resto eran libros de imágenes o libros-juguete. Al mismo tiempo que registrábamos el tipo de animales que aparecían y el número de veces que lo hacían, identificábamos el papel que se otorgaba a cada animal. Se crearon tres categorías: *animales buenos*: aquellos encargados de alcanzar un objetivo que constituye el hilo central de la trama, aquellos a los que el libro les atribuye cualidades positivas o que llevan a cabo acciones beneficiosas; *animales*

malos: aquellos encargados de impedir al protagonista que cumpla su misión o aquellos de los que se resaltan aspectos negativos; *animales neutros*: de los que solamente se ofrecen datos descriptivos, no se les asigna ningún papel, o tan sólo aparecen en las ilustraciones del libro y no hay mención alguna a ellos en el texto.

Estudio 2 para la selección: revisión de la guía didáctica del profesor y de las fichas que durante el curso se han empleado en el aula. En este segundo estudio se aplicó la misma categorización descrita previamente.

El número total de animales diferentes que encontramos tanto en la biblioteca del aula como en las fichas de trabajo y en la guía didáctica del profesor fueron 83.

Para la segunda fase del trabajo construimos una batería de imágenes reales de cada uno de los 83 animales encontrados. Este cuestionario visual fue ordenado de modo aleatorio y mostrado a cada niño en el mismo orden y de manera individual.

En caso de que el niño identificase al animal se le hacían varias preguntas: te gusta (te parece agradable), te disgusta (te da miedo o asco); también se le pedían las razones de su respuesta. Cuando un animal no era reconocido, se obviaban las preguntas. El número de animales reconocidos y que finalmente forman parte de la muestra de estudio fue de 43.

Para favorecer el análisis de los datos recogidos se realizó una clasificación de los animales reconocidos en cuatro categorías: animales de ciudad (incluyendo los domésticos y todos aquellos que podemos encontrar en un entorno urbano), animales del mar, animales de la selva-sabana y animales de granja.

RESULTADOS

Del análisis de los libros y cuentos de la biblioteca del aula, así como las fichas del aula, encontramos que los animales que aparecen en mayor número de ocasiones son (Tabla 1): aves (70), gatos (47), perros (37), conejos (36), ratones/ratas (31), gallinas (28), ovejas (28), pequeños peces (27), mariposas (26), patos (26), osos (25) y ranas/sapos (25). Los que cuentan con menor presencia: tiburones (1), cucarachas (2), hámsteres (2), rinocerontes (2), murciélagos (3), pulpos (4), serpientes (4), ballenas (5), cocodrilos (5) y estrellas de mar (5). Obviamente, hay muchos más animales que los presentes en nuestra recolección de datos.

Como ya se ha comentado, este análisis también determinó el modo en que eran mostrados los animales según sus características o sus acciones (Tabla 1). En concreto, encontramos que aquellos considerados con mayor frecuencia como positivos fueron: el hámster (en el 100% de las ocasiones en las que aparece, 2 de 2), delfín (80%, 16 de 20), oso (72%, 18 de 25) y mono (71%, 10 de 14). Entre los animales de la muestra en los que se resalta algún valor o cualidad negativo destaca el lobo (en el 50% de las obras se le atribuye un papel desfavorable, 4 de 8; frente al 25 % positivo y 25% neutro).

Por otra parte, se analizó el nivel de conocimiento de estos animales por parte de los niños (Tabla 1). Asimismo, en esta tabla se muestra la afinidad de los niños hacia estos seres vivos. En concreto, esta propiedad es mostrada como frecuencias absolutas de declaraciones me-gusta/no-me-gusta

Tabla 1a. Los valores de esta tabla indican el número de veces que aparecen los animales en cuentos y fichas analizadas (n); el papel que desempeñan en frecuencias absolutas; alumnos que identifican al animal y afinidad mostrada por el animal, en frecuencias absolutas.

Hábitat	Animal	n	Papel que desempeña			Identifica	Afinidad mostrada	
			bueno	malo	neutro		gusta	no-gusta
mar	pulpo	4	1	1	2	18	5	13
	medusa	6	1	1	4	13	6	7
	tiburón	1	0	0	1	17	8	9
	delfín	20	16	0	4	16	15	1
	estrella	5	0	0	5	19	16	3
	ballena	5	2	0	3	12	10	2
	pez	27	4	0	23	19	14	5
	cangrejo	6	0	0	6	19	10	9
ciudad	abeja	21	7	5	9	13	3	10
	cucaracha	2	0	0	2	14	4	10
	araña	6	1	1	4	18	7	11
	murciélago	3	0	0	3	17	8	9
	mariposa	26	7	0	19	19	17	2
	mariquita	14	2	0	12	19	17	2
	ratón/rata	31	17	1	13	18	16	2
	aves	70	28	0	42	17	17	0
	hámster	2	2	0	0	10	10	0
	ardilla	20	9	0	11	17	16	1
	rana/sapo	25	14	1	10	19	16	3
	gato	47	25	1	21	19	16	3
	tortuga	9	3	0	6	16	13	3
	loro	12	8	0	8	16	13	3
	perro	37	16	1	13	19	15	4
caracol	13	3	0	10	18	13	5	

Tabla 1b. Los valores de esta tabla indican el número de veces que aparecen los animales en cuentos y fichas analizadas (n); el papel que desempeñan en frecuencias absolutas; alumnos que identifican al animal y afinidad mostrada por el animal, en frecuencias absolutas.

Hábitat	Animal	n	Papel que desempeña			identifica	Afinidad mostrada	
			bueno	malo	neutro		gusta	no-gusta
granja	conejo	36	20	0	16	19	19	0
	caballo	16	9	0	7	19	19	0
	burro	11	7	0	4	13	11	2
	vaca	19	12	0	7	19	16	3
	oveja	28	12	0	16	19	15	4
	gallina	28	18	1	9	19	14	5
	pato	26	13	0	13	19	14	5
	cerdo	19	7	0	12	19	12	7
selva-sabana	cocodrilo	5	2	0	3	17	6	11
	serpiente	4	1	1	2	19	9	10
	león	12	6	1	5	19	9	10
	rinoceronte	2	0	0	2	10	5	5
	hipopótamo	9	5	1	3	16	8	8
	cebra	7	3	0	4	11	11	0
	elefante	19	10	1	8	19	17	2
	jirafa	6	4	0	2	18	16	2
	mono	14	10	0	4	13	10	3
	lobo	8	2	4	2	16	9	7
	oso	25	18	0	7	19	12	7

Los animales de mar, como el delfín, la estrella de mar y la ballena son los más apreciados. Mientras que entre los animales que menos gustan está el pulpo a la cabeza. En cuanto a los animales de ciudad y domésticos, el hámster y las aves gustan al 100% de los niños que lo reconocieron, seguido de las ardillas con un 94%, 16 de 17. Entre los animales de granja, el conejo (19) y el caballo (19) registraron un 100% de aceptación, posicionándose como dos de los animales más queridos, no sólo de la granja, sino también del total de animales seleccionados. Por el contrario 3 de los animales que pertenecen a la categoría de selva-sabana (serpiente 10 de 19, león 10 de 19 y cocodrilo 11 de 17), fueron rechazados por algo más del 50% de los niños.

Para comprender un poco mejor lo que le lleva a un niño a apreciar o rechazar a un animal, detengámonos a continuación en las razones esgrimidas para justificar sus gustos. A grandes rasgos, podríamos decir que en la mayoría de los casos hacían alusión a *aspectos físicos* del animal o a *acciones o comportamientos* del mismo.

Así, cuando la respuesta del niño era me gusta, observamos que en un 36,8% de las respuestas el alumno hacía referencia a aspectos físicos. Las respuestas más frecuentes en esta categoría eran del tipo: “es bonito”, “es suave”, “es pequeño”, “es grande”, “su cuello parece un tobogán”, “tiene plumas/pelo”, “me gustan sus ojos/cara/cola/patas/color...”. Mientras, las razones para me-gusta referidas a las acciones o comportamientos del animal supusieron un 28,5% de las respuestas totales y, entre ellas, cabría destacar por su mayor frecuencia las siguientes: “corre muy rápido”, “salta”, “nada”, “vuela”, “salpica agua”, “porque hace X sonido (onomatopeya), “sube a los árboles”, “no es peligroso”... Otras razones por las que un niño siente agrado hacia un animal serían: cine o televisión (10,4%), experiencias personales con el animal (10%), hábitat (3,3%), beneficio que nos aporta a los seres humanos (2,5%), tiene algún juego o juguete de ese animal (2,5%) y otras razones (6%).

Cuando la respuesta de un niño era “no me gusta” encontramos que en un 52% de las respuestas se referían a acciones o comportamientos del animal como, por ejemplo: “pica”, “pincha”, “tiene veneno”, “muerde”, “come sangre humana”, “ataca/se come a otros animales”, “se reboza en el barro”, “sonido que hace”... Mientras, para argumentar el rechazo se utilizó como explicación el aspecto físico en el 24,8 % de las respuestas. Así, se indicó su color o tamaño pero, obviamente, debemos destacar las alusiones a los dientes/colmillos, las garras, los cuernos y el “pincho” (aguijón). Otras razones a salvar serían el cine o la televisión (5,8%), mientras el 17,4% restante estaría muy repartido entre varias explicaciones.

CONCLUSIONES

Según los resultados de este estudio, podemos concluir que cuando un animal le gusta a un niño, tiende a fijarse más en los aspectos físicos del mismo, mientras que cuando no le gusta alega razones de actitud o comportamiento.

Los niños, a la hora de argumentar por qué les gusta o les deja de gustar un animal, en la gran mayoría de ocasiones recurren a aspectos puramente perceptuales; aunque en ocasiones, sí reconocen que su gusto o desagrado viene causado por el cine, la televisión o los cuentos. Como señala Pizarro (2011) los conocimientos sobre los animales que muestran los niños se basan tanto en características observables como en el valor que una determinada cultura atribuye a esos seres vivos, postura apoyada también por otros estudios (Berlin, 1992, citado en Pizarro, 2011).

Por lo general, también parece ser que cuanto más se le da a conocer un animal a un niño y más presente está en su día a día, aunque sea por su aparición en las fichas y cuentos que ve en el colegio, más posibilidades existen de que ese animal forme parte de sus animales favoritos o, al menos, no sea de los que mayor rechazo le provoque.

Sin embargo, de acuerdo a lo observado en las unidades didácticas, y coincidiendo con Garrido (2007), en las aulas de infantil se tiende a trabajar solo los contenidos conceptuales de un número limitado de animales, entre los que predominarían claramente los mamíferos domésticos y salvajes, así como las aves de pequeña envergadura. Además, también hemos comprobado, al igual que esta autora, que la metodología empleada para trabajar la fauna es casi exclusivamente a través de fichas en las que no existe un predominio de imágenes reales, pues estos suelen aparecer en dibujo y manualidades, lo

cual carece totalmente de sentido si en realidad lo que pretendemos es contribuir a que el alumnado desarrolle actitudes y comportamientos favorables hacia estos seres vivos (aspecto contemplado entre los objetivos y propósitos de la guía didáctica del profesor).

Los conceptos son importantes, pero de nada sirven si no se llevan al campo de las actitudes y actuaciones reales. Para lograr esa actitud de respeto y valoración hacia la fauna sería necesario aumentar notablemente los contenidos procedimentales. Los esquemas cognoscitivos que soportan las actitudes no son individuales, sino que tienen como trasfondo un gran sistema ideológico y social. Estas conceptualizaciones pasan a formar parte de la red de ideas de adultos y niños y, en ocasiones, son las que les lleva a sentir atracción o rechazo hacia un animal. De ahí la importancia de detectar qué seres vivos y en qué modo son trabajados en el aula. Este trabajo muestra un aspecto de este importante problema.

BIBLIOGRAFÍA

Ajzen, I., y Fishbein, M. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behavior*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Bermúdez-Ornelas, G. y Hernández-Guzman, L. (2008). Tratamiento de una sesión de la fobia específica a las arañas en niños. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 8(3), 779-791.

Caraveo-Anduaga, J.J., Colmenares-Bermúdez, E. y Martínez-Vélez, N.A. (2002). Síntomas, percepción y demanda de atención en salud mental en niños y adolescentes de la Ciudad de México. *Salud Pública de México*, 44(6), 492-498.

Cárdenas, C. (2006). La educación en valores desde una perspectiva no formal. *Revista de Estudios de Juventud*, (74), 115-129.

Garrido, M. (2007). *La evolución de las ideas de los niños sobre los seres vivos*. Tesis doctoral, Universidad de La Coruña, España.

Medina-Mora, M., Borges, G., Lara, C., Benjet, C. Blanco, J., Fleiz, C. y cols. (2003). Prevalencia de trastornos mentales y uso de servicios: Resultados de la Encuesta Nacional de Epidemiología Psiquiátrica en México. *Salud Mental*, 26(4), 1-16.

Méndez, X., Rosa, A. I. y Orgilés, M. (2005). Eficacia diferencial de los tratamientos psicológicos en la fobia a los animales: un estudio meta-analítico. *Psicothema*, 17(2), 219-226.

Muris, P., Merckelbach, H., Mayer, B. y Prins, E. (2000). How serious are common childhood fears? *Behaviour Research and Therapy*, 38, 217-228.

Novo, M. (1996). La educación ambiental formal y no formal: dos sistemas complementarios. *Revista Iberoamericana de Educación*, (11), 75-102.

Pizarro, J. (2011). Aves y peces en la taxonomía folk de niños peruanos. *Revista de antropología experimental*, (11), 31-39.

Análisis de la percepción de un problema ambiental, las invasiones biológicas, en alumnos de primaria y secundaria

Muñoz, A. R.

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga.

roman@uma.es

RESUMEN

Las especies exóticas invasoras suponen una grave amenaza para la biodiversidad. Aunque esta es una afirmación que se hace a menudo desde la disciplina de la biología de la conservación, se trata de una conclusión que no siempre es fácil de percibir ya que, especialmente en entornos urbanos, puede haber evidencias contradictorias. Para conocer la opinión de estudiantes de primaria y secundaria acerca de la cotorra argentina, una de las especies incluidas en el listado de 100 especies más invasoras en Europa, se utilizaron cuestionarios en centros escolares. El análisis descriptivo de los mismos puso de manifiesto el potencial de la especie para trabajar con ella en el aula, y también el elevado nivel de desinformación acerca de las invasiones biológicas. Dadas sus características ecológicas y su abundancia en los entornos escolares, se recomienda su uso tanto con la comunidad escolar como con la población en general, a fin de informar de manera previa a la posible toma de medidas de control.

Palabras clave

Ciencia escolar, cotorra argentina, educación ambiental, especies invasoras.

FUNDAMENTOS Y ANTECEDENTES

La enseñanza de aspectos relacionados con la biodiversidad ya se realizaba hace miles de años, como recoge el Tratado de Hesiodo *Trabajos y Días* (siglo VII a. de C), en el que se dan recomendaciones sobre las labores a realizar en el campo, relacionando éstas con la aparición o desaparición de especies de aves migradoras. Aun así, ha sido en las últimas décadas cuando ha tomado un protagonismo relevante (Leather y Quicke, 2009). Este interés se ha convertido en un desafío educacional a partir de la Conferencia de Río, en 1992 (Van Weelie y Wals, 2002), y ha tomado un protagonismo apreciable más recientemente, a partir de la Conferencia de Bonn, en 2008. Desde el punto de vista educativo, sin embargo, la biodiversidad es un concepto abstracto y complejo, e incluso podría considerarse mal definido, que se ha transformado en entidades pequeñas para facilitar el aprendizaje continuo y la comprensión, especialmente durante la etapa de la Educación Primaria.

Se podría decir, al hacer un repaso de las campañas de educación ambiental llevadas a cabo en España, que las unidades-entidades más utilizadas son, bien grupos concretos de especies (p.ej las aves migradoras o los cetáceos), o bien procesos naturales tratados de manera aislada (p.ej. el calentamiento global). Posiblemente esto se produzca porque se da por sentado que el conocimiento básico sobre especies, así como el tratamiento de procesos, muchas veces impuestos por tendencias globales, son aspectos fundamentales para el aprendizaje y la comprensión de la biodiversidad (Lindemann-Matthies, 2005).

En el caso de campañas educativas centradas en grupos de especies, hasta el momento todas se han centrado en taxones autóctonos, y de igual modo ocurre con los materiales disponibles en los libros de texto de primaria. Las especies alóctonas, o exóticas, no suelen tratarse en los centros educativos, seguramente porque no han pertenecido a nuestro entorno familiar y porque no están incluidas en libros, guías y cuentos, lo que genera una distancia emocional con ellas. Sin embargo, a menudo se afirma que suponen una amenaza para el medio ambiente.

¿Por qué tratar una especie exótica?

Las especies exóticas representan una verdadera amenaza para todos los sistemas biológicos y pueden tener consecuencias devastadoras, tanto para los ecosistemas que las acogen como para las economías locales (Vitousek, D'Antonio, Loope y Westbrooks, 1996). En la actualidad las especies exóticas invasoras se consideran la segunda causa de pérdida de biodiversidad a escala global (MEA, 2005). Además de alterar la estructura y funcionamiento de sistemas y procesos naturales, las especies introducidas pueden depredar, hibridar, parasitar y competir con un elevado número de especies nativas, amenazando en muchos casos su conservación (Clavero y García-Berthou, 2005).

Asimismo, las especies invasoras también llevan aparejadas costes económicos directos, que pueden ser considerables, ya que producen daños a la agricultura, infraestructuras y a la salud pública, entre otros aspectos destacables (Mack *et al.*, 2000). El coste anual asociado a los perjuicios que producen las especies invasoras, y a su control, se estiman en 125 millones de euros anuales en Europa (Kettunen *et al.*, 2009) y de 1200 millones de dólares en Estados Unidos (Pimentel, Zuniga y Morrison, 2005). De este modo, hoy día se da un consenso generalizado entre científicos, gestores y políticos al considerar la prevención y el control de las especies invasoras en sus primeros estadios, en lugar de paliar sus efectos una vez establecidas (Tollington *et al.*, 2015). Algunos ejemplos de especies invasoras establecidas en España son la cotorra argentina, protagonista de este estudio, el picudo rojo de las palmeras, el mosquito tigre y el mejillón cebra; las dos últimas especies se han detectado por primera vez en Europa occidental recientemente.

El presente estudio pretende analizar la percepción que la comunidad escolar tiene de la cotorra argentina, una especie invasora que está establecida en España desde mediados de la década de los años 70 del siglo pasado (Muñoz y Palomo, 1996), y que está en claro aumento a nivel nacional (Muñoz, 2003; 2016), y también mundial (Ederlaar *et al.*, 2015). En base al análisis de dicha percepción se estará en disposición de diseñar una campaña educativa que dé a conocer la problemática existente a nivel mundial con las especies invasoras, trabajando con una especie que hoy día forma parte de nuestra fauna y es muy frecuente en los entornos escolares. Dicha campaña será necesaria para informar a la población antes de llevar a cabo planes de control o erradicación de esta especie invasora, que ya produce daños económicos destacables. Ante una especie que muestra una tasa de crecimiento exponencial y que da los primeros signos de ocupar ambientes agrarios, donde se presumen daños graves, la campaña de educación ambiental se prevé cercana en el tiempo. De este modo, también se incluye como objetivo animar a docentes y profesionales de la educación ambiental a incluir esta especie invasora en su enseñanza cotidiana.

MATERIAL Y MÉTODOS

Especie objeto de estudio

La cotorra argentina es una especie originaria de Sudamérica, donde se distribuye en el sudeste de Brasil y norte de Argentina, parte de Bolivia, Paraguay y Uruguay (Forshaw,

2010). Debido a su comercio internacional como mascota esta especie se ha expandido por todo el mundo, estando ya presente en cuatro continentes (Fig. 1).

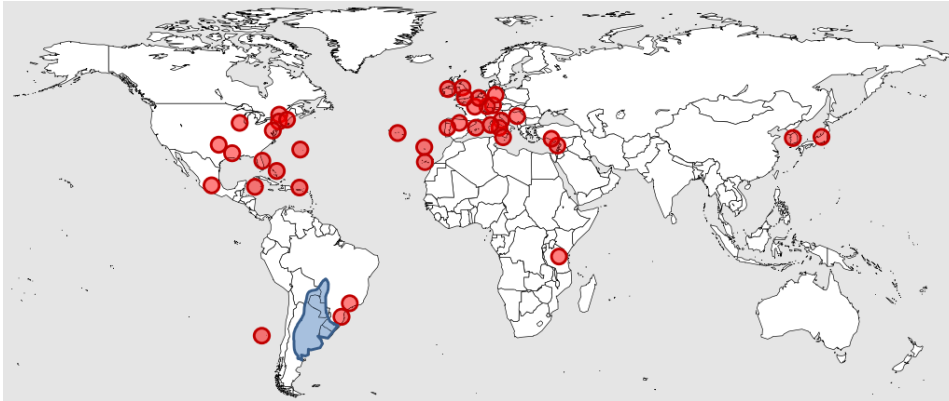


Figura 1. Distribución mundial actual de la cotorra argentina. En azul se muestra su área de distribución natural y en rojo las zonas en las que la especie ha sido introducida y mantiene poblaciones viables. Tomado de Ederlaar et al. (2015).

En España comenzó a observarse en libertad en 1975, en Barcelona, y con posterioridad aparecieron poblaciones en Málaga, Canarias y Madrid. En la actualidad está instalada en toda la vertiente mediterránea, centro peninsular, islas Baleares y Canarias, con poblaciones muy destacables en Madrid, Barcelona, Málaga, Valencia, Murcia, Zaragoza y Tenerife. En base al último censo realizado en el presente año, la población española se estima en 16 531-18 693 ejemplares (Molina, Postigo, Muñoz y del Moral, 2016), lo que supone un crecimiento muy notable con respecto a la estima anterior, que arrojaba una cifra de 3 000-3 500 cotorras hace tan sólo una década (datos propios). La provincia de Málaga acoge en la actualidad casi 3 000 cotorras argentinas, el 17% de la población nacional.

La cotorra argentina posee características ecológicas que favorecen su carácter invasor. Entre ellas se pueden citar las siguientes: 1) se trata de la única especie de loro del mundo que construye nidos, con ramas, lo que le otorga una elevada autonomía a la hora de instalarse como especie reproductora; 2) es una especie colonial con un sistema social muy complejo; 3) su alimentación es muy variada; 4) posee una tasa de reproducción muy elevada, siendo capaz de reproducirse a lo largo de todos los meses del año.

Según el Real Decreto 630/2013, el cual regula el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, la cotorra argentina está incluida entre las especies cuya posesión, transporte, tráfico y comercio están prohibidos.

El interés de trabajar con estudiantes de primaria y secundaria el ejemplo de la cotorra argentina

La educación ambiental debe perseguir el objetivo de que los estudiantes conozcan la naturaleza de los problemas ambientales, de modo que sean capaces de actuar como ciudadanos responsables en el futuro. Si se tratan problemas globales, puede resultar difícil que los estudiantes los perciban mediante su experiencia directa (Francis, Boyes, Qualter y Stanisstreet, 1993); es evidente que numerosas consecuencias de problemas que nos afectan a gran escala no son fácilmente perceptibles como, por ejemplo, el derretimiento del permafrost en áreas remotas, la disminución del nivel de agua de los acuíferos, o el propio incremento de las temperaturas a escala planetaria. Sin embargo, sí hay fenómenos observables, que suponen evidencias claras de cambios ambientales, que podrían servir para elaborar propuestas didácticas basadas en la observación de hechos locales. Un ejemplo claro es el de la cotorra argentina, dada su accesibilidad por parte de

la comunidad escolar. Sanmartí, Burgoa y Nuño (2011) ponen de manifiesto la importancia de trabajar con elementos que formen parte del entorno cultural del alumnado y que recojan situaciones y hechos socialmente relevantes, con el fin de captar su interés y promover la motivación. Este loro invasor permite analizar críticamente, desde el entorno inmediato del estudiante, hechos que suceden en nuestro medio y promover la discusión fundada y toma de decisiones de acción, tanto individuales como colectivas, fundadas en criterios sólidos. Además, permite la formulación de preguntas investigables y de aprender ciencias aprendiendo a hacer ciencia escolar, por tanto, favorece el desarrollo de la educación científica (Lemke 2006).

La propia definición de competencia científica propuesta en el proyecto de evaluación PISA incide de un modo directo en este aspecto: “la capacidad de utilizar el conocimiento científico, identificar preguntas relevantes y extraer conclusiones basadas en pruebas, con la finalidad de comprender y ayudar a tomar decisiones en relación con los fenómenos naturales y los cambios introducidos por medio de la actividad humana” (OECD, 2000). Las especies invasoras suelen reconocerse como elementos que se propagan en respuesta a los cambios ambientales y no como actores que son causantes directos de impactos ecológicos. Hasta la fecha, sin embargo, no ha habido ningún estudio que ponga de manifiesto cómo estos modelos alternativos pueden afectar a la percepción relativa del riesgo que suponen las especies invasoras en nuestros ecosistemas y economías, o sobre la atribución de nuestra responsabilidad personal en la gestión y manejo de las mismas, lo cual puede afectar directamente a nuestra propia voluntad para actuar.

Diseño de investigación

La principal fuente de información utilizada para la realización de este estudio procede de una serie de encuestas realizadas durante los meses de abril a junio de 2015 a un total de 186 estudiantes de primaria, de 6 centros diferentes, y 96 estudiantes de secundaria, de 2 centros, en todos los casos de la ciudad de Málaga. En el caso de 42 estudiantes de secundaria la encuesta se pasó después de llevar a cabo una intervención didáctica, de 45 minutos de duración, en la que se les dio a conocer la problemática de las especies exóticas y su efecto sobre el medio ambiente, con casos concretos relativos a la provincia de Málaga y argumentando el ejemplo de la cotorra argentina. De este modo se pudo comparar si la percepción relativa a la cotorra argentina, como especie invasora, del grupo de alumnos a los que se les había explicado la problemática asociada antes de pasar la encuesta, difería de la percepción de los alumnos previa a la instrucción. En todos los otros casos, después de cumplimentar la encuesta, se procedió a la realización de un taller dedicado a la problemática asociada a las invasiones biológicas en Málaga.

Se optó por incluir estudiantes de primaria y secundaria porque, en el primer caso, los estudiantes han estado en contacto con la especie durante toda su vida, esperando por tanto que la consideren como una especie propia de nuestra fauna. En el caso de los estudiantes de secundaria es fácil que reconozcan en tiempos recientes momentos en los que la especie estaba ausente de su entorno inmediato o era muy escasa y que hayan percibido cómo en los últimos años ha pasado a ser una especie abundante en Málaga (recordemos que ha sido durante la última década cuando la población de cotorras se ha disparado en la ciudad).

En el caso de los estudiantes de primaria el cuestionario constaba de diferentes bloques de información que recogían aspectos relativos a sus ideas previas acerca de la cotorra argentina y de su propia percepción de la especie, así como de un listado de nueve especies, también exóticas invasoras, que están presentes en la provincia de Málaga, sobre las que valorar sus actitudes en un posible escenario de gestión y control. Para los

estudiantes de secundaria se recogió, además, información relativa a sus intereses sobre el medio ambiente y sobre el control y erradicación de las especies exóticas invasoras. Los dos cuestionarios contaron con respuestas abiertas, lo que permitió un análisis en bruto de las mismas y la categorización de las respuestas, agrupando aquellas que mostraban características o significados similares según el criterio del investigador. A este respecto es preciso señalar que, aunque un concepto clave no puede estar incluido en dos categorías distintas, una respuesta puede contener más de un concepto clave; sirva el siguiente ejemplo, “las especies exóticas son una amenaza para el medio ambiente porque ...”, si bien en una cuestión posterior se preguntan “las posibles ventajas de contar con cotorras argentinas”. De esta manera, un mismo estudiante puede estar incluido en varias categorías de respuesta para una misma pregunta.

En el caso de los estudiantes de primaria el 54% son niños y el 46% niñas, con edades comprendidas entre los 10 y los 12 años. Para los estudiantes de secundaria el 59% son mujeres y el 41% hombres, con edades comprendidas entre los 13 y los 16 años.

En la presente investigación se propone un análisis descriptivo, en el que se combinan datos de carácter cuantitativo y cualitativo (Conde, 1987). Para el tratamiento estadístico básico de los resultados de las encuestas se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS (v. 22). Para conocer si hay diferencias entre la percepción sobre la cotorra de los alumnos de primaria y secundaria se ha usado la prueba no paramétrica U de Mann Whitney. Para analizar el nivel de percepción relativo al control de las diferentes especies en el escenario en el que la administración planteara su erradicación, considerando tanto la etapa educativa como la especie invasora en cuestión, se ha realizado un ANOVA de dos vías con dichos factores, previa comprobación de la normalidad de los datos y la homocedasticidad de las varianzas (esto último mediante el test de la Fmax). Cuando se encontraron diferencias significativas en alguno de los factores, se aplicó un test *a posteriori* Student-Newman-Keuls para identificar la naturaleza de las diferencias ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Opinión sobre la especie

El caso de los alumnos de primaria

Es destacable que la totalidad de los encuestados conoce a la especie y la han observado en libertad, lo que pone de manifiesto que les resulta muy familiar. Con relación al lugar en el que suelen observar cotorras, la respuesta mayoritaria fue en parques, aunque también mencionaron otros lugares. Continuando con las cuestiones relativas a la familiarización de los encuestados con la especie, el 30,3% reconoció la presencia de nidos cerca de sus casas. Del bloque de cuestiones dedicadas a conocer las ideas previas y conocimiento sobre la cotorra, casi el 60% afirmó que se trata de una especie autóctona, originaria de Málaga, seguido de casi un 20% que indicaron el continente africano como su lugar de procedencia. Tan sólo el 12,5% indicaron el continente americano como lugar de origen de las cotorras. Del 40% de estudiantes que indicó un origen alóctono de la cotorra, casi un 73% afirmó desconocer el modo en el que la especie había llegado hasta Málaga, mientras que alrededor del 20% dijo que la especie había llegado por sus propios medios, es decir, volando desde sus zonas de origen. Se menciona el escape accidental por parte del 7% de los estudiantes, hecho que se corresponde con una creencia muy arraigada en Málaga, que en algunas zonas de la ciudad lo achacan al escape fortuito de numerosos ejemplares desde un barco. La cuestión relativa a si las cotorras ocasionan problemas o no al medio ambiente fue contestada únicamente por 66 estudiantes, de los

que 59 contestaron que no (89,4%). Entre las ventajas, la principal fue que se trata de una especie “muy bonita” (76%), seguido del argumento de que “aumentan la biodiversidad” (21%) y de que “entretienen” (3%). Entre los inconvenientes mencionados destaca el argumento de que “hacen mucho ruido” (82%), seguido de que “ensucian” (13%) y de que “pueden picar” (5%). Con respecto a cuánto le gustan las cotorras, casi la mitad dijeron que bastante, y por encima del 33% que muchísimo. El 20% respondió que le eran indiferentes y ningún estudiante respondió que nada o absolutamente nada.

El caso de los alumnos de secundaria

De nuevo todos los estudiantes estaban familiarizados con la especie, habiéndola observado en libertad. Con respecto al lugar de origen de las cotorras, en este caso se dejó la pregunta abierta, siendo las respuestas correctas en un 83% de los casos (indicaron directamente Argentina, o bien el continente americano); el 17% de los estudiantes no respondieron o lo hicieron con un “no sé”. En cuanto al modo a través del cual han llegado las cotorras a Málaga surgieron en este caso respuestas que llevan aparejados modelos de pensamiento más complejos que en el caso de primaria. De este modo citaron el comercio de especies, el cambio climático y el tráfico ilegal de especies, entre otros motivos. Aun así, la respuesta mayoritaria fue la de un escape masivo en el que mencionaron los casos del barco, de un camión y de un núcleo zoológico de donde supuestamente se escaparon. Un 5% de los estudiantes apoyó la idea del vuelo autónomo transatlántico de las cotorras para llegar hasta Málaga. La cuestión relativa a si las cotorras ocasionan problemas o no al medio ambiente estuvo igualada en esta ocasión, con valores cercanos al 63% indicando que sí ocasionan problemas y, aproximadamente, el 37 % indicando que no. Del total de estudiantes que afirma que ocasionan problemas al medio ambiente el 78% indica que las cotorras afectan directamente a especies autóctonas, como la paloma o el gorrión común. Así, en este caso el porcentaje de estudiantes que se mostró partidario de controlar la población de cotorra superó el 67%. De nuevo el método mayoritario elegido fue el de “quitar nidos”, seguido muy de cerca por la “esterilización de ejemplares”, otra forma que se agrupó en el modo “devolverlas a su origen”, “capturarlas” y, de manera testimonial “matarlas”. Por último, atendiendo a cuánto les gustan las cotorras, se obtiene un perfil muy distinto al de los alumnos de primaria, tipo campana de Gauss desplazada hacia percepciones negativas.

Comparación entre grupos

Se obtuvieron diferencias significativas entre cuánto gusta la cotorra argentina al grupo de estudiantes de primaria y secundaria (U test 1489.5; $p < 0.001$), siendo mayores los valores obtenidos en el grupo de alumnos de primaria. Cuando se les pregunta si estarían de acuerdo con una campaña de control y erradicación de diferentes especies invasoras, todas presentes en Málaga, el resultado arroja datos de interés, ya que, aunque no aparecen diferencias significativas cuando se tiene en cuenta el nivel educativo (primaria vs. bachillerato), el factor especie invasora sí que resulta significativo (Tabla 1), así como las interacciones de los residuos, lo que indica que la propensión del alumno a erradicar la especie depende del nivel educativo.

Tabla 1. Resultados del ANOVA de dos vías (nivel educativo y especie invasora) para el nivel de percepción de la necesidad de erradicación.

Fuente de variación	g.l.	SC	F	P
Nivel educativo (NE)	1	0,14	0,731	(n.s.)
Especie invasora (EI)	8	912,14	98,663	<0,001 (*)
NE x EI	8	5,33	42,667	<0,001 (*)

g.l.: grados de libertad; SC: suma de cuadrados. * Significativo a $P < 0,001$, n.s.: no significativo.

DISCUSIÓN

Las ciencias sociales y la conservación de la biodiversidad

La biología de la conservación es una disciplina dedicada al desafío moral y práctico de detener la pérdida de biodiversidad en el planeta (Meine, Soulé y Noss, 2006), y durante mucho tiempo ha estado desligada de la investigación social. En la actualidad la investigación relativa a aspectos sociales se considera de primera importancia en el seno de la biología de la conservación (Sandbrook, Adams, Büscher y Vira, 2013). Esto es fácil de justificar, ya que las políticas de conservación y planes de manejo de especies son el producto de decisiones en las que las ciencias sociales pueden contribuir mediante el análisis de las características humanas y estructuras sociales que, en última instancia, se verán afectadas por las políticas anteriormente mencionadas. Recientemente se han realizado notables esfuerzos para mejorar la comunicación entre investigadores de las vertientes de las ciencias sociales y experimentales (p.ej. Artner y Siebert, 2006; Büscher y Wolmer, 2007), aunque algunos autores han descrito la situación como un “diálogo de sordos” (Agrawal y Ostrom, 2006).

En el caso de la cotorra argentina es evidente que, dado su carácter invasor, serán necesarias medidas de control para evitar daños ambientales y económicos. Un estudio reciente pone de manifiesto que la población de cotorra argentina en España sufrirá un crecimiento exponencial en los próximos años, poniendo en riesgo de sufrir daños numerosas zonas de cultivo (Muñoz, 2016). Llegado el momento de actuar sobre una especie invasora, será de gran importancia contar con una población bien informada que comprenda el por qué se toman determinadas medidas, ya que en zonas concretas se podrían proponer actuaciones de gestión que conlleven la captura y retirada del medio natural de ejemplares (este tipo de manejo ocurre en la actualidad en Cataluña, las islas Baleares, Reino Unido e Israel).

El estudio de una especie exótica, un valor añadido

De manera general los animales acaparan el interés de niños y adolescentes, y en especial las aves (p.ej. Bjerke, Odegardstuen y Kaltenborn, 1998; Prokop, Tuncer y Kvasničák, 2007). Así, la reacción positiva que puede despertar el hecho de trabajar con una especie atractiva, principalmente para los estudiantes de primaria, puede significar un aumento en la motivación y, en última instancia, en el éxito del proceso de enseñanza y aprendizaje. Al tratarse de una especie frecuente en el entorno inmediato de los centros educativos, y siendo ésta fácilmente observable, el trabajo con la cotorra argentina podría combinarse con salidas de campo y así fomentar actividades al aire libre, las cuales conducen a un desarrollo significativo en las habilidades de identificación de elementos naturales, tal y como pusieron de manifiesto Randler y Bogner (2006).

CONCLUSIONES

Este es el primer estudio conocido en el que se analiza la percepción sobre la cotorra argentina por parte de estudiantes. A través de la interpretación de los resultados se sugiere que el uso de la cotorra argentina en la enseñanza puede ser de gran valor. Este estudio descriptivo podría ser el punto de partida para promover el uso de esta especie como centro de interés sobre el cual trabajar diferentes aspectos del curriculum educativo. Además, al tratarse de una especie que vive en entornos humanizados, en los que puede provocar perjuicios, también podría utilizarse para desarrollar campañas de educación ambiental dirigidas a la población en general.

El hecho de ser una especie introducida puede ser el motivo por el que docentes y materiales educativos suelen ignorarla, a pesar de que es una especie muy fácil de observar y de presentar numerosas particularidades que permitirían estudiar, mediante la propia indagación de los estudiantes, aspectos biológicos de gran interés, como la alimentación, la reproducción o la dispersión. Tratar este tema en los centros escolares, e incluso incluirlo en el curriculum de primaria, puede resultar un desafío, si bien podría redundar en el desarrollo de una conciencia ciudadana necesaria para gestionar adecuadamente el creciente número de especies invasoras.

La percepción de las especies exóticas invasoras en general parece estar condicionada a la propia estética de las especies. Un análisis profundo relativo a la dimensión humana asociada a las especies invasoras resulta fundamental con vistas a proponer medidas de gestión, así como para realizar campañas de información y comunicación. La actitud de la ciudadanía hacia las especies invasoras no puede ignorarse si se quieren fomentar políticas de manejo que, en última instancia, pueden ser necesarias para preservar nuestros espacios y especies.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrawal, A. y Ostrom, E. (2006). Political science and conservation biology: a dialog of the deaf. *Conservation Biology*, 20, 681–682.
- Artner, A. y Siebert, R. (2006). The role of the social sciences for biodiversity and ecosystem management. *Jahrbuch der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie*, 15, 129-141.
- Bjerke, T., Odegardstuen, T.S. y Kaltenborn, B.P. (1998). Attitudes toward animals among Norwegian children and adolescents: species preferences. *Anthrozoös*, 11, 227-235.
- Büscher, B. y Wolmer, W. (2007). Introduction: The politics of engagement between biodiversity conservation and the social sciences. *Conservation and Society*, 5, 1-21.
- Clavero M. y García-Berthou E. (2005). Invasive species are a leading cause of animal extinctions. *Trends in Ecology and Evolution*, 20, 110.
- Conde, F. (1987). Una propuesta de uso conjunto de las técnicas cuantitativas y cualitativas en la investigación social. El isomorfismo de las dimensiones topológicas de ambas técnicas. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 39, 213-224.
- Ederlaar, P., Roques, S., Hobson, E.A., Gonçalves da Silva, A., Avery, M.L., Russello et al. (2015). Shared genetic diversity across the global invasive range of the monk parakeet suggests a common restricted geographic origin and the possibility of convergent selection. *Molecular Ecology*, 24, 2164-2176.
- Forshaw, J.M. (2010). *Parrots of the World*. Princeton.
- Francis, C., Boyes, E., Qualter, A. & Stanisstreet, M. (1993) Ideas of elementary students about reducing the Greenhouse Effect. *Science Education*, 77, 375-392.
- Kettunen, M., Genovesi, P., Gollasch, S., Pagad, S., Starfinger, U., ten Brink, P. y Shine, C. (2009). *Technical support to EU strategy on invasive species (IAS) - Assessment of the impacts of IAS in Europe and the EU. Final draft report for the European Commission*. Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels, Belgium.
- Leather, S.R. y Quicke, D.J.L. (2009). Do shifting baselines in natural history knowledge threaten the environment? *Environmentalist*, 30, 1-2.
- Lemke, J.L. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, 24, 5–12.
- Lindemann-Matthies, P. (2005). “Loveable” mammals and “lifeless” plants: how children’s interests in common local organisms can be enhanced through observation of nature. *International Journal of Science Education*, 27, 655-677.
- Mack, R.N., Simberloff, D., Lonsdale, W.M., Evans, H., Clout, M. y Bazzaz, F. (2000). Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications*, 10, 689–710.
- Mack, R.N., Simberloff, D., Lonsdale, W.M., Evans, H., Clout, M. y Bazzaz, F. (2000). Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications*, 10, 689–710.
- MEA (Millenium Ecosystem Assessment) (2005). *Ecosystems and Human Well-being*. Island Press, Washington, DC.

- Meine, C., M. Soulé y Noss, R.F. (2006). "A mission-driven discipline": the growth of conservation biology. *Conservation Biology*, 20, 631–651.
- Molina, B., Postigo, J.L., Muñoz, A.R. y del Moral, J.C. (2016). *La cotorra argentina en España, población reproductora en 2015 y método de censo*. Madrid, SEO/BirdLife.
- Muñoz, A.R. & Palomo, L.J. (1996). Distribución actual y expansión de la Cotorra Argentina *Myiopsitta monachus* en la provincia de Málaga (Sur de España). *Anuario Ornitológico de Málaga*, 1, 70-75.
- Muñoz, A.R. (2003). Cotorra Argentina, *Myiopsitta monachus*. En R. Marti y J.C. del Moral (Eds.), *Atlas de las Aves reproductoras de España* (pp. 638–639). Ministerio de Medio Ambiente-Sociedad Española de Ornitología, Madrid, España.
- Muñoz, A.R. (2016). Modelo predictivo de distribución. En J.C. del Moral (Ed.), *La cotorra argentina en España. Población reproductora en 2015 y método de censo* (pp. 54-68). SEO/BirdLife. Madrid.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). (2000). *La medida de los conocimientos y destrezas de los alumnos. PISA*. Madrid. MEC-INCE.
- Pimentel, D, Zuniga, R. y Morrison, D. (2005). Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics*, 52, 273–288.
- Prokop, P., Tuncer, G. y Kvasničák, R. (2007). Why do cocks crow? Children's concepts about birds. *Research in Science Education*, 37, 393–405.
- Randler, C., y Bogner, F. (2006). Cognitive achievements in identification skills. *Journal of Biological Education*, 40, 161-165.
- Sandbrook, C., Adams, W.M., Büscher, B. y Vira, B. (2013). Social research and biodiversity conservation. *Conservation Biology*, 27, 1487–1490.
- Sanmartí, N., Burgoa, B. y Nuño, T. (2011). ¿Por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas? *Alambique*, 67, 62-69.
- Tollington, S., Turbé, A., Rabitsch, W., Groombridge, J.J., Scalera, R., Essl, F., Roy, H. & Shwartz, A. (2015). Making the EU legislation on invasive species a conservation success. *Conservation Letters* DOI: 10.1111/conl.12214.
- Van Weelie, D. y Wals, A. (2002). Making biodiversity meaningful through environmental education. *International Journal of Science Education*, 24, 1143-1156.
- Vitousek, P.M., D'Antonio, C.M., Loope, L.L. y Westbrooks, R. (1996). Biological invasions as global environmental change. *American Scientist*, 84, 468–478.

Alunos como Ativistas: o desenvolvimento de exposições científicas como estratégia de ação comunitária fundamentada em investigação – resultados do Projeto IRRESISTIBLE em Portugal

Reis, P., Marques, A. R.

Instituto de Educação da Universidade de Lisboa

preis@ie.ulisboa.pt

arlm@campus.ul.pt

RESUMO

O Projeto IRRESISTIBLE surge com a finalidade de envolver professores, alunos e o público no processo de Investigação e Inovação Responsáveis através do desenvolvimento, em sala de aula, dos módulos concebidos pelas Comunidades de Aprendizagem (CdA) do projeto, os quais implicam os alunos no desenvolvimento de exposições sobre temas científicos "de ponta". A exposição, entendida como uma iniciativa de educação junto de outros cidadãos, constitui um contexto e pretexto para alunos e professores participarem numa ação comunitária sobre temas sócio-científicos controversos, motivando o envolvimento de outros. No seio da comunidade de aprendizagem portuguesa, através de estudos de caso, a presente investigação tem como finalidade conhecer o impacto do processo de desenvolvimento de uma exposição sobre IIR nos alunos envolvidos. Os resultados permitem concluir que os alunos identificam potencialidades no seu envolvimento na realização das exposições científicas nos moldes preconizados pelo IRRESISTIBLE.

Palavras chave

Projeto IRRESISTIBLE, exposições científicas, ação comunitária fundamentada em investigação, ativismo

INTRODUÇÃO

O Projeto IRRESISTIBLE

A Comissão Europeia, com a finalidade de aproximar os cidadãos da ciência, tem vindo a focar a sua ação no tema Investigação e Inovação Responsáveis (IIR). Segundo a IIR, de modo a que os processos e produtos da investigação se compatibilizem com as necessidades da sociedade, é fundamental assegurar a participação conjunta de todos os atores sociais. O Projeto IRRESISTIBLE – Including Responsible Research and Innovation in cutting-edge Science and Inquiry-based Science Education to improve Teacher's Ability of Bridging Learning Environment – surge com a finalidade de envolver professores, alunos e o público no processo de IIR. Este envolvimento é concretizado através do desenvolvimento, em sala de aula, dos módulos concebidos pelas Comunidades de Aprendizagem (CdA) do projeto. Cada módulo, subordinado a um tema científico atual, implica, no contexto da estratégia Inquiry Based Science Education, o modelo de ensino dos 5E de Rodger Bybee: Engage, Explore, Explain, Elaborate e

Evaluate. A ele foram acrescentadas duas etapas – Exchange e Empowerment – que implicam o desenvolvimento de exposições pelos alunos. As CdA envolvem a participação de professores de ciências, educadores em ciência, cientistas que investigam nas áreas científicas selecionadas e especialistas em educação não formal. Cada país envolvido será responsável pela conceção de um módulo de atividades, testado pelo país autor e pelos países parceiros, sendo a sua implementação avaliada através de estudos de caso.

Empowerment e Exchange: as exposições científicas como estratégia de ação comunitária fundamentada em investigação

O desenvolvimento de uma exposição científica constitui um pretexto e um contexto para os alunos investigarem sobre os seus próprios interesses: questionando, colaborando e observando (Sleeper & Sterling, 2004), recorrendo à lógica e à evidência no processo de formulação e revisão das explicações científicas, reconhecendo e analisando explicações alternativas e comunicando argumentos científicos. Através da construção e apresentação de exposições sobre a IIR de temas científicos "de ponta", alunos e professores têm a oportunidade de contactar com temas que realçam uma ciência de fronteira, controversa, incerta e sob debate. A discussão inerente à conceção das exposições pode ser particularmente útil, promovendo: a) a aprendizagem sobre os conteúdos, processos e a natureza da ciência e tecnologia; b) o desenvolvimento cognitivo, social, político, moral e ético (Kolstø, 2001b; Millar, 1997; Sadler, 2004). Entendida como uma iniciativa de educação junto de outros cidadãos, a concretização da exposição possibilita aos alunos participar numa ação comunitária sobre temas sócio-científicos controversos e motivar outros a envolverem-se nela. A ação comunitária fundamentada em investigação pode ser considerada uma importante dimensão da literacia científica (Hodson, 1998), possibilitando aos alunos aumentar o seu conhecimento acerca dos problemas em causa e desenvolver competências de investigação e cidadania participativa e fundamentada, desenvolvendo também o sentimento de poder de intervenção na evolução da sociedade (Reis, 2013).

A presente comunicação tem como finalidade dar a conhecer os resultados de um estudo de caso relativamente ao impacto do processo de desenvolvimento de uma exposição sobre a IIR na Ciência Polar Portuguesa nos alunos envolvidos.

METODOLOGIA

O presente estudo de caso centrou-se no trabalho desenvolvido por uma professora de Física e Química e nos alunos das suas duas turmas de 10.º ano, participantes no IRRESISTIBLE, do curso Científico-Humanístico de uma escola da Grande Lisboa, durante o ano letivo 2014/2015. O módulo de ensino selecionado para implementação foi o da Ciência Polar, sendo este o tema trabalhado pelos alunos para o desenvolvimento da exposição final. Durante o processo de implementação do módulo, que teve a duração de sete semanas, a professora e os alunos contaram com o apoio de dois elementos do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, um deles uma cientista polar. A recolha de dados foi efetuada através de entrevistas realizadas aos alunos de ambas as turmas, e teve como finalidade conhecer as suas perceções relativamente (a) ao impacto desta experiência no desenvolvimento de conhecimento e de competências, e (b) à avaliação global do processo de desenvolvimento da exposição (aspetos positivos e negativos, e dificuldades sentidas). A análise das respostas seguiu uma abordagem qualitativa através de análise de conteúdo.

RESULTADOS

O processo de desenvolvimento da exposição

O módulo de ensino implementado pela professora contemplou diversas tarefas, sendo que a última, realizada em grupo, correspondeu ao planeamento e construção dos objetos da exposição. Previamente a esta tarefa, os alunos participaram numa sessão sobre ativismo e o desenvolvimento de exposições como estratégia de ação comunitária fundamentada em investigação, dinamizada por um dos elementos do Instituto de Educação. Cada grupo de trabalho foi responsável por produzir um objeto para a exposição, o qual deveria refletir a investigação prévia realizada pelos alunos e incluir as dimensões da Investigação e Inovação Responsáveis, abordadas na tarefa anterior. Depois da definição do local da exposição, cada grupo de trabalho concebeu um plano para o objeto a construir – tipo de objeto, dimensões, modo de exposição, materiais e um esquema geral do conteúdo do objeto. O processo iniciou-se através de um debate de ideias em grupo, do qual surgiu a ideia final, seguindo-se a elaboração e concretização dos objetos planeados. Os planos concebidos pelos grupos foram revistos quer pela professora, quer pelos dois elementos do Instituto de Educação e reajustados sempre que necessário.

A fase de planeamento dos objetos a integrar a exposição foi indicada por todos os grupos como a fase mais longa de todo o processo e a concretização como uma fase mais rápida e simples. Os alunos tiveram a liberdade de escolher o tipo de objeto a conceber, recorrendo a materiais acessíveis e que podiam ser reciclados, existindo vários grupos a optar pela construção de jogos. A construção dos objetos teve também lugar em sala de aula para que os alunos pudessem testá-los no local da exposição, fazer os ajustes necessários e voltar a testar. Um dos grupos foi responsável pelo título, introdução e contextualização da exposição e um outro pela divulgação e avaliação da exposição pelos visitantes – produção de um questionário de avaliação, monitorização e divulgação dos resultados. Os restantes grupos foram responsáveis pela construção dos vários objetos sobre a investigação realizada no âmbito da Ciência Polar. A exposição teve lugar na Biblioteca da Escola, durante a semana de 8 a 12 de Junho e a sua inauguração contou com a presença de professores (convidados pelos alunos), alunos e familiares.

As perceções dos alunos

A análise das respostas dos alunos é reveladora da existência de potencialidades e de limitações inerentes ao processo de desenvolvimento de uma exposição sobre um tema científico de ponta, entendida como uma ação comunitária fundamentada na investigação realizada pelos próprios alunos, autores da exposição.

Relativamente às dificuldades sentidas, os alunos realçam maioritariamente o tempo disponível para a gestão das tarefas, a gestão de outras tarefas escolares e o espaço destinado à exposição, o qual limitou a criatividade e comprometeu algumas ideias iniciais.

Um dos problemas foi o tempo! Porque apesar de termos tido duas semanas – e duas semanas é algum tempo – com o resto das aulas e ainda com testes para fazer e também com outros trabalhos ainda também por realizar, acabou por ficar tudo muito junto e tudo muito em cima da hora, e tudo muito... Tivemos muito menos tempo do que aquilo que gostaríamos de ter para montar e para criar o nosso objeto final, mas acho que correu bem. (Aluno, 10A)

Não obstante as dificuldades, os alunos revelam ter realizado importantes aprendizagens ao longo do processo de desenvolvimento da exposição. Consideram ter aprendido não apenas sobre os temas desenvolvidos no módulo (Ciência Polar e Investigação e Inovação Responsáveis), mas também sobre o processo de desenvolvimento e construção de

exposições, entendidas como uma iniciativa de ativismo fundamentada na investigação que os próprios realizaram. Consideram, a este respeito, ser extremamente importante conceber objetos apelativos e capazes de estimular a reflexão no visitante.

É importante o objeto chamar a atenção, porque senão não vai ser relevante para as pessoas e não... Pronto, as pessoas se olharem para um objeto que não é apelativo nem relevante, às vezes nem chegam a observá-lo ou a ler a informação que lá está. E acho que é importante o objeto ter impacto ou, pelo menos, chamar as pessoas à atenção. (Aluno, 10A)

Apesar de considerarem que a concretização das ideias nem sempre é uma tarefa fácil, os alunos realçam que as tarefas desenvolvidas promoveram a confiança nas suas capacidades e aptidões e a noção de que o empenho é fundamental para o sucesso.

Acho que durante este – vá, durante a realização desta última tarefa – eu percebi que quando nos esforçamos um bocadinho mais ou quando tentamos trabalhar um bocadinho mais em equipa e quando queremos um bocadinho, um bocadinho mais do que é normal, conseguimos construir coisas ou criar coisas que no início não tínhamos a mínima ideia de que conseguíamos fazer porque – acho que falo por mim e pelo meu grupo – nós nunca pensamos, no início quando na primeira aula ou na primeira vez que fomos falar desta tarefa, nunca pensamos criar um objeto como aquele que criamos – eu pelo menos fiquei bastante orgulhoso daquilo que nós criamos! (Aluno, 10A)

Os alunos consideram que a exposição desenvolvida representou uma boa estratégia de ativismo, permitindo ao visitante aprender mais sobre a importância de uma investigação em Ciência Polar responsável, ainda que realcem que o impacto da exposição poderia ter sido maior caso tivesse acontecido num espaço público fora da escola, alcançando um maior número de visitantes.

Como a minha colega referiu há pouco, pode não ser suficiente mas sempre é alguma coisa! Porque se ninguém se mover ou fizer algo, também nunca vamos dar a conhecer informação sobre muitas coisas, não só sobre este tema! E como fomos convidados a fazer algo diferente, algo criativo, mesmo que não fique toda a informação, lá está, com as pessoas, elas de facto acabam por aprender alguma coisa e pode-lhes causar algum impacto e depois divulgarão a outras e é sempre um bom meio para passar a informação. (Aluno, 10B)

Através da participação no IRRESISTIBLE, mais concretamente através do desenvolvimento de uma exposição destinada a alertar outros cidadãos para um tema científico atual e controverso, os alunos desenvolvem a noção de que podem e conseguem ajudar a educar a comunidade.

Eu acho que para além do que já foi dito – se nos unirmos nós, de facto, conseguimos transmitir aquilo que queremos – e se tivermos força de vontade! Porque ao não aceitarmos as coisas como são nós podemos, de facto, dizer que queremos algo diferente! E com estas exposições e não só este tema mas sobre outras coisas, nós estamos na idade de ter essa capacidade, de dizer que não aceitamos, ou porque não compreendemos ou porque pesquisamos mais e resignamos mais com aquilo que vemos e darmos a nossa opinião! E, por vezes, até pode surpreender os mais velhos porque não estão à espera que nós vamos fazer uma coisa tão elaborada e que levemos algumas coisas tão a sério! (Aluno, 10B)

CONCLUSÕES

A participação dos alunos no IRRESISTIBLE, concretizada através da implementação em sala de aula de um dos seus módulos de ensino, permitiu aos alunos construir conhecimento sobre o tema do módulo e sobre a Investigação e Inovação Responsáveis, dois aspetos que os próprios valorizaram como mais positivos. A abordagem explícita ao ativismo e os vários momentos de diálogo promovidos em sala de aula permitiram aos alunos encarar o projeto de construção e dinamização da exposição como uma estratégia verdadeiramente capaz de alertar a comunidade para temas importantes. Permitiram

também ajudá-los a capacitarem-se como cidadãos, capazes de atuar e contribuir para a resolução dos problemas que afetam a sociedade.

BIBLIOGRAFIA

Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*. Buckingham: Open University Press.

Kolstø, S. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291-310.

Millar, R. (1997). Science education for democracy: What can the school curriculum achieve? In R. Levinson & J. Thomas (Eds.), *Science today: Problem or crisis?* (pp. 87-101). London: Routledge.

Reis, P. (2013). Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sociocientíficas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 3(1), 1-10.

Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.

Sleeper, M. & Sterling, R. (2004). The in-class science exhibition. *Science Scope*, 27(6), 49-52.

Ferias de Ciencia y Tecnología de Costa Rica: una experiencia que motiva la elección de carreras científicas y tecnológicas

Retana-Alvarado, D. A., Vázquez-Bernal, B.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva.

diegoarmandoret@hotmail.com

RESUMEN

Este estudio exploratorio distingue los componentes del proceso de Ferias de Ciencia y Tecnología de Costa Rica que motivan en el estudiantado de Bachillerato la elección de carreras científicas y tecnológicas de la Educación Superior. En la etapa metodológica se aplicó un cuestionario a 45 estudiantes de undécimo y duodécimo año, procedentes de instituciones educativas de cinco Direcciones Regionales del país, finalista del Programa Feria Nacional de Ciencia y Tecnología en el período 2010-2013. Los resultados sugieren que existen componentes motivantes de las ferias, tales como el desarrollo de competencias científicas, el fomento de actitudes favorables, el acercamiento al quehacer científico, los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias y el juzgamiento, que influyen en la escogencia de carreras en esas áreas. Dicha influencia se evidenció en una mayor preferencia por carreras tecnológicas y de corte científico en la escogencia al momento de ingresar a la universidad.

Palabras clave

Ferias de Ciencia y Tecnología, alfabetización científica, investigación, elección de carreras, Educación Secundaria

INTRODUCCIÓN

El mundo contemporáneo se ha fortalecido a partir del desarrollo de la ciencia y la tecnología y requiere talento humano capaz de afrontar los desafíos sociales, económicos, políticos y ambientales que demandan las sociedades modernas, de ahí el impulso para la promoción de las profesiones científicas y tecnológicas. En este sentido, es necesaria una enseñanza de las Ciencias más comprometida y problematizadora de la realidad, que contribuya con la educación para la ciudadanía y su alfabetización científica (Acevedo, 2004).

No obstante, un conjunto de informes e investigaciones (Alfaro y Villegas, 2010; Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, 2015; Polino, 2012; Rocard *et al.*, 2007; Vázquez y Manassero, 2015) revelan la preocupación por un descenso en el interés de los jóvenes hacia los estudios de ciencias, matemáticas e ingenierías, así como un estancamiento en el desarrollo de la competencia científica. Al respecto, Rocard y otros (2007) afirman que la causa de esa merma en la escogencia de carreras no científicas por parte de los jóvenes en el momento de ingresar a la universidad, radica en la forma en cómo se enseña Ciencias en Primaria y Secundaria, ya que se fomenta una educación científica tradicional. En relación con estos planteamientos, Vázquez y Manassero (2007) refieren que la enseñanza de las ciencias ha tenido una orientación positivista abusiva en

cuanto al descarte del ámbito afectivo y emocional, lo cual produce una exclusión prematura de estudiantes de la cultura científica.

En el caso de la educación científica costarricense, se ha promocionado la indagación escolar a través de las Ferias de Ciencia y Tecnología, ya que facilita en los jóvenes, actitudes como la criticidad y la creatividad para la formulación de las soluciones a las problemáticas y necesidades de las comunidades y del país, con miras a la innovación; a través del desarrollo de proyectos de investigación que surgen desde el contexto de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y de otras áreas del quehacer humano.

Por su parte, la Feria Nacional de Ciencia y Tecnología (FNCT) es un programa que desde 1987 es coordinado por la Universidad de Costa Rica (UCR) y con la colaboración de entidades como el Ministerio de Educación Pública (MEP), el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT) y el Consejo Nacional para las Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT). Además, está inmerso en el Programa Nacional de Ferias de Ciencia y Tecnología (PRONAFECYT) que tiene a cargo el MICITT e involucra las ferias institucionales, de circuitos escolares, regionales y la nacional (Retana y Fallas, 2013). De acuerdo con Valencia et al. (2015), el objetivo es la promoción de la indagación, de tal forma que facilite un cambio cultural en favor de la ciencia y la tecnología.

A la fecha se ha observado que parte del estudiantado de Bachillerato, participante en estas ferias desde la etapa institucional hasta la nacional, una vez egresados de sus centros educativos, ingresan a carreras científicas y tecnológicas en universidades del país. Por lo tanto, el presente estudio tiene como propósito profundizar en el análisis de la influencia de las Ferias de Ciencia y Tecnología en la escogencia de carreras científicas y tecnológicas de la Educación Superior por parte de estudiantes de Bachillerato y distinguir los componentes del proceso de ferias que motivan dicha elección. La presente investigación es de mucho provecho, pues genera un diagnóstico inicial sobre la influencia que tienen las ferias en la elección vocacional de los jóvenes, la cual se construye a partir del conocimiento que cada persona tiene de sí misma y de la profesión, así como de la influencia del contexto social sobre el individuo (Fouad, 2007); además, como una referencia para definir estrategias en la promoción efectiva de dichas vocaciones.

METODOLOGÍA

Este estudio exploratorio se abordó desde el enfoque mixto, pues permite una perspectiva más amplia, integral y completa del fenómeno y se enmarca dentro de un diseño mixto de triangulación concurrente (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). La muestra está conformada por 45 estudiantes procedentes de 21 centros educativos de las Direcciones Regionales de Educación: San José Norte, San José Central, San José Oeste, San Carlos y Occidente, finalista del Programa Feria Nacional de Ciencia y Tecnología en el período 2010-2013. El muestreo se realizó de manera incidental e intencional. La presencia de sesgo por sexo no se incluye en este estudio.

Se aplicó un cuestionario conformado por dos ítems cerrados y dos ítems abiertos. En el primer ítem, el estudiante indica la carrera universitaria que más le interesaba en su último año de Secundaria. En el segundo ítem, el participante selecciona dentro de un conjunto de opciones aquellos componentes del proceso de Ferias de Ciencia y Tecnología que desde su opinión le motivaron en la escogencia de la carrera. El tercer ítem consiste en la selección de aquella actividad que deseaba realizar en mayor medida luego de participar

en la Feria de Ciencia y Tecnología. En el cuarto ítem el participante indica el nombre de la carrera universitaria en la que está matriculado.

La validación del instrumento se realizó a través de criterio de expertos. La aplicación del cuestionario se efectuó de manera virtual a través de la herramienta SurveyMonkey® durante el I Semestre de 2014. El tratamiento de los datos cuantitativos se realizó por medio de análisis estadístico descriptivo de frecuencias.

RESULTADOS

Componentes que motivan la preferencia y escogencia de una carrera científica y tecnológica

A continuación, en la figura 1, a partir del análisis de las respuestas al ítem 2, se representa gráficamente los componentes del proceso de Ferias de Ciencia y Tecnología que desde la opinión de los participantes influyeron en la elección de la carrera universitaria.

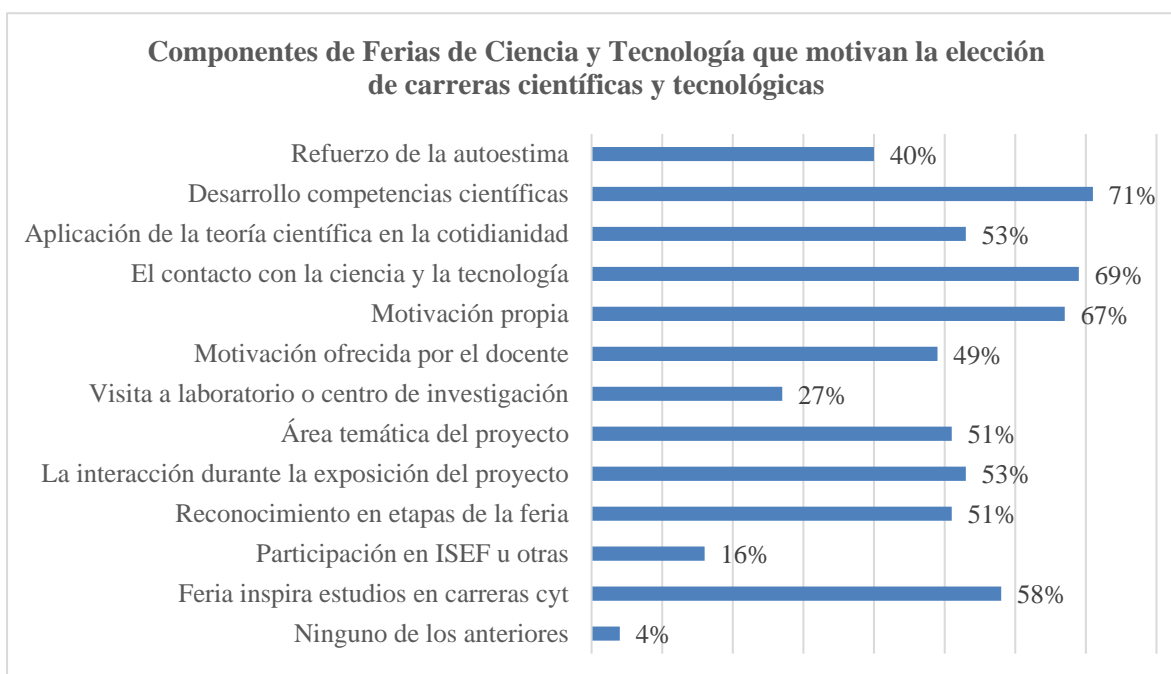


Figura 1. Opinión del estudiantado acerca de los componentes del proceso de Ferias de Ciencia y Tecnología que han influido en su elección de carreras científicas y tecnológicas.

Con referencia al gráfico anterior, el 40% del estudiantado opinó que el refuerzo de la autoestima durante el desarrollo y presentación del proyecto representó un componente que les motivó en la escogencia de una carrera científica o tecnológica en su último año de Secundaria. De igual forma, el 67% considera la motivación propia durante la elaboración del proyecto y el 49% la motivación que les brindó el profesorado en dicho momento, como aspectos influyentes en dicha escogencia.

En este sentido, es evidente que la motivación, el apoyo, la confianza y el entusiasmo que experimenta el estudiantado durante su participación en las ferias, juegan un papel sobresaliente en su formación integral y en el desarrollo de su vocación, pues es a través de estos procesos que valoran la relevancia de su proyecto, esto al interactuar con otras personas, al investigar temas de su interés y al compartir sus conocimientos.

Dichos componentes afectivos, actitudinales y emocionales del proceso de Ferias de Ciencia y Tecnología se convierten en un estímulo más para la juventud en el conocimiento de las múltiples oportunidades que ofrecen la ciencia y la tecnología como áreas del conocimiento humano y como opciones de estudio universitario o de posibilidad laboral.

También, el 71% de los estudiantes aseveran que el aprovechamiento de las habilidades y destrezas para el desarrollo de competencias científicas como capacidad de análisis y síntesis, capacidad de explicar conceptos y disposición para indagar, así como un 53% representado por la aplicación de la teoría científica en la vida cotidiana forman parte de los componentes de los procesos de Ferias de Ciencia y Tecnología que les motivaron en la escogencia de la carrera.

Como puede observarse, también les motivó la vivencia de procesos de exploración y experimentación (ítem El contacto con la ciencia y la tecnología), así como la visita a algún laboratorio o centro de investigación para la realización del proyecto, dichos componentes están representados por el 69% y el 27%, respectivamente, de la opinión del estudiantado participante en el estudio.

Tal como se representa en el gráfico anterior, la interacción con el público y con las y los jueces durante la exposición del proyecto y el juzgamiento contribuyeron en la escogencia de carrera, esto de acuerdo con el 69% del estudiantado participante. Retana y Fallas (2013) definen el juzgamiento como “un proceso dinámico y sistemático, enfocado hacia la revisión del cumplimiento de las disposiciones establecidas para la presentación del proyecto, mediante el cual se verifican los logros adquiridos en función de los objetivos propuestos por las y los estudiantes en el trabajo elaborado” (p.65). La exposición oral de los resultados del proyecto ante el juez también forma parte de una fase comunicativa que permite a los jóvenes participantes mejorar su entendimiento sobre la temática investigada y conocer diferentes puntos de vista. Así entonces, el estudiantado en las ferias recibe preguntas, comentarios y sugerencias que les sirven de apoyo para fortalecer la indagación realizada.

Por otra parte, el 27% de los estudiantes consideran determinante el área temática de la investigación (Biología, Ciencias Ambientales, Ciencias de la Tierra y el Espacio, Ciencias de la Computación, Ciencias Sociales y Comportamiento, Física-Matemática, Ingeniería y Tecnología, Química, Salud y Medicina).

En otro orden de información, el 51% le da importancia a la obtención de algún reconocimiento en cualquiera de las etapas de la feria; el 16%, a su participación en la Feria Internacional de Ciencia e Ingeniería (ISEF, por sus siglas en inglés) u otras de índole internacional; y el 58% del estudiantado encuestado considera que la feria es una inspiración para estudiar carreras científicas y tecnológicas y desempeñarse a futuro en trabajos relacionados con estas áreas.

El 4% del estudiantado afirmó que ninguno de los componentes de la Feria de Ciencia y Tecnología (ítem Ninguno de los anteriores), incluidos en el ítem 2 del cuestionario, le motivó en la escogencia de una carrera universitaria.

Con referencia a lo anterior, aparecen anotados, por el estudiantado, otros componentes, tales como la satisfacción al obtener conocimientos que le permite crear nuevas invenciones para el beneficio de la sociedad. Además, afirma que mediante su participación en las Ferias de Ciencia y Tecnología se incrementa la seguridad en sí mismos, lo cual les permite compartir sus descubrimientos con otras personas.

Finalmente, a través de estos procesos de exploración e indagación, reafirman sus cualidades y descubren las diferentes opciones de carreras universitarias existentes.

La elección de carreras científicas y tecnológicas

La preferencia de estudios superiores

En este apartado se presenta el análisis e interpretación de los resultados correspondientes a los ítems 3 y 1 del cuestionario respectivamente. En primer lugar, el 87% del estudiantado encuestado, después de su participación en la FNCT, desea realizar en mayor medida actividades como hacer, diseñar o inventar algo y, por ende, trabajar con máquinas y herramientas. En ese mismo sentido, el 29% desea construir y reparar objetos con las manos.

Estos resultados están vinculados directamente con la preferencia por carreras tecnológicas como las ingenierías (56%), en las que se aplican el conocimiento científico para la generación de nuevos productos, procesos o servicios, y en las que se requiere la realización de actividades manuales. Es evidente entonces, la relación entre el tipo de carrera que los encuestados deseaban estudiar, con el tipo de actividad que implica dicha profesión.

En segundo lugar, el 44% de los encuestados quiere ayudar a otras personas para mejorar su salud física y emocional. Estos resultados se relacionan con aproximadamente el 60% de la muestra que tenía interés por carreras científicas como Medicina, Microbiología, Farmacia y Educación Física.

Finalmente, el 64% afirma su deseo por trabajar en la protección del ambiente y dedicarse a la investigación sobre organismos vivos en el campo o en un laboratorio. Sin embargo, según se presenta más adelante, el grupo encuestado respondió con menor interés por las carreras relacionadas con el ámbito biológico y ambiental como Biología, Ingeniería en Biotecnología, Ingeniería en Agronomía e Ingeniería Ambiental.

Por otra parte, el 56% del estudiantado, tenía una mayor preferencia hacia las carreras tecnológicas, seguido por las de corte científico, las cuales están representadas por la tercera parte de la muestra encuestada (33%). Únicamente el 10% del grupo de jóvenes en su último año de colegio quería estudiar alguna carrera relacionada con las Ciencias Sociales u otras áreas.

Con respecto al estudiantado interesado, mayoritariamente, en el estudio de carreras científicas, este estaba orientado por la Medicina y la Cirugía, lo cual corresponde al 40% de esa muestra. Seguido por el 13% inclinados por Medicina Veterinaria y otro 13% con preferencia por la Microbiología. Las razones por las que se orientaban hacia dichas carreras se desconocen, pues están fuera del alcance del presente estudio.

Unido a lo anterior, se evidencia una menor preferencia por las carreras de ciencias básicas y afines como Biología, Química, Astronomía, Ciencias Actuariales, Farmacia y Educación Física, las cuales están representadas cada una por el 7%.

Estos resultados se relacionan, por ejemplo, con los obtenidos en el estudio de la OEI (Polino, 2012) en el que se indican las opciones de preferencia de carrera por parte de una muestra de 8 832 jóvenes iberoamericanos. Ese estudio revela que las carreras de las áreas de las ciencias exactas y naturales solo alcanzan un 2,7% de preferencia, a diferencia de las Ciencias Sociales y las Ingenierías que alcanzan los porcentajes más altos.

Por otro lado, el 20% del estudiantado que mostraba interés por carreras tecnológicas se inclinaba hacia el estudio de la Ingeniería en Electrónica, seguido por Ingeniería en Computación e Informática, Ingeniería en Agronomía e Ingeniería en Mecatrónica, las cuales tienen cada una un porcentaje correspondiente al 12%. El 8% se interesó por la Ingeniería Ambiental y, de la misma forma, el 8% se sintió atraído por Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil. Carreras como Ingeniería Eléctrica y Mecánica, Imagenología, Ingeniería en Alimentos e Ingeniería en Biotecnología están representadas cada una por el 4% del estudiantado.

A pesar de que este en su último año de Secundaria mostró interés por una o dos carreras en las áreas de la ciencia, la tecnología u otras, solamente el 53% ingresó a la carrera de su preferencia. Cabe destacar que las causas por las que no ingresaron a dicha carrera se desconocen, pues están fuera del enfoque de la presente investigación. Además, el 67% de la muestra encuestada ingresó a la universidad.

La escogencia de carrera universitaria

A continuación, en la figura 2, a partir del análisis de las respuestas al ítem 4 del instrumento, se representa gráficamente la escogencia de la carrera universitaria por parte del estudiantado.

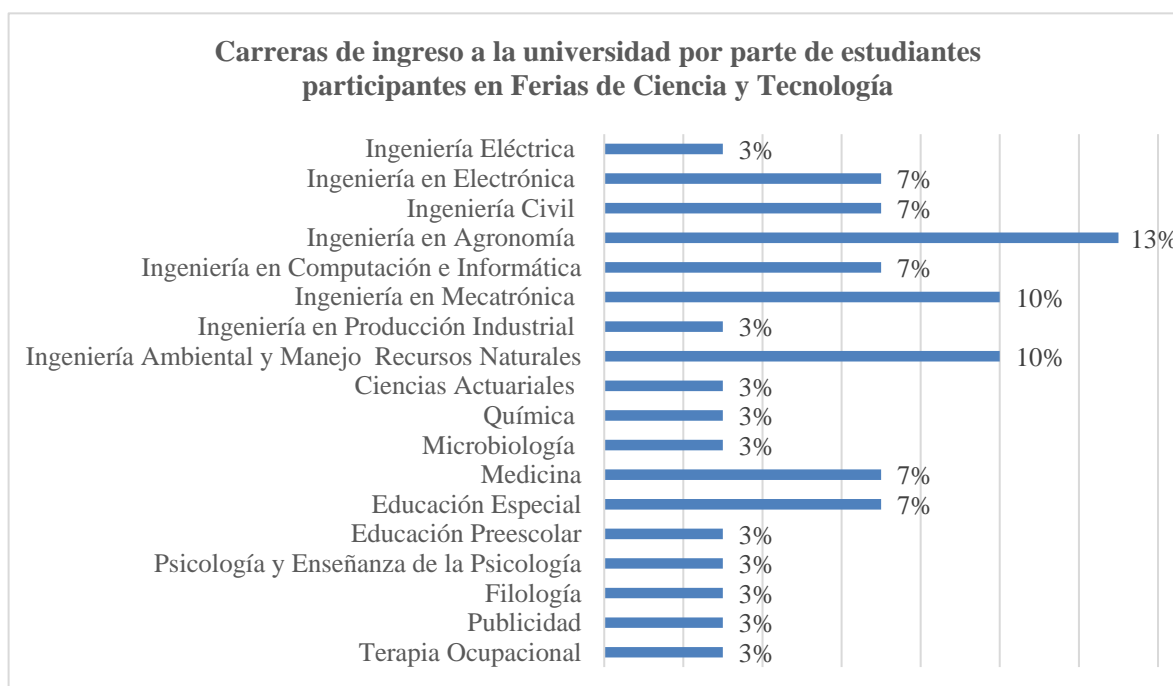


Figura 2. Distribución porcentual de las carreras universitarias a las que ingresó el estudiantado finalista del Programa Feria Nacional de Ciencia y Tecnología.

Como se muestra en el gráfico anterior, la carrera universitaria de mayor ingreso, corresponde a Ingeniería en Agronomía (13%), seguida por Ingeniería en Mecatrónica e Ingeniería Ambiental y Manejo de los Recursos Naturales, cada una representada por el 10% de la muestra.

Carreras tecnológicas como Ingeniería en Computación e Informática, Ingeniería Civil e Ingeniería en Electrónica, asimismo estudios universitarios del ámbito científico como Medicina y de las Ciencias Sociales como Educación Especial alcanzaron cada una el 7% de la escogencia por parte de los jóvenes.

Las carreras científicas y tecnológicas de menor ingreso son Microbiología, Química, Ciencias Actuariales, Ingeniería en Producción Industrial e Ingeniería Eléctrica. Además, el 23% de esos estudiantes ingresaron a carreras del ámbito social como Publicidad, Psicología y Educación Especial.

En síntesis, predominó la escogencia de carreras tecnológicas (50%), seguidos de carreras científicas (27%) y de las áreas de las Ciencias Sociales (23%), en el momento de ingresar a la universidad.

CONCLUSIONES

Con respecto a la identificación de los componentes del proceso de Ferias de Ciencia y Tecnología que han influido en la elección de carreras científicas y tecnológicas, por parte del estudiantado participante en el presente estudio, se concluye lo siguiente:

- Las ferias han permitido al estudiantado el aprovechamiento de sus habilidades y destrezas para el desarrollo de competencias investigativas, lo cual les ha inspirado para el estudio de carreras científicas y tecnológicas y para el desempeño, a futuro, de trabajos relacionados con estas áreas.
- La vivencia de procesos de exploración y experimentación durante la realización del proyecto le permiten al estudiante un contacto directo con la ciencia y la tecnología, lo cual le motiva en la escogencia de una profesión en estas áreas.
- La aplicación de diversas metodologías investigativas en la realización del proyecto motiva al estudiante a desempeñarse en profesiones de corte científico y tecnológico.
- La investigación revela que el profesorado, las clases de Ciencias y la orientación científica del currículo inciden en el desarrollo de la vocación científica y tecnológica del estudiantado y en la elección de la carrera. Este efecto es generado desde los procesos de enseñanza y aprendizaje por la promoción de la investigación científica y el incremento del gusto, la afinidad y el interés hacia la ciencia.
- La presentación del proyecto de investigación ante el público y la interacción con el conjunto de jueces durante el juzgamiento, le permiten al estudiante el desarrollo de habilidades comunicativas, así como el reconocimiento de la importancia del quehacer científico y tecnológico.

Finalmente, sobre la elección de carrera científica y tecnológica, se concluye lo siguiente:

- El tipo de carrera que el estudiantado deseaba estudiar se relaciona con el tipo de actividad que implica dicha profesión.
- El estudiantado tenía mayor preferencia por las carreras tecnológicas, seguido por las de corte científico.
- Medicina e Ingeniería en Electrónica son las carreras científicas y tecnológicas de mayor preferencia.
- Más de la mitad del estudiantado participante ingresó a la carrera de su preferencia.
- Quienes ingresaron a la universidad lo hicieron a carreras tecnológicas, mayoritariamente, seguido por carreras científicas y de las áreas de las Ciencias Sociales.

En términos generales, la participación del conjunto de estudiantes de undécimo y duodécimo año en las Ferias de Ciencia y Tecnología, les ha motivado e influenciado en la escogencia de carreras científicas y tecnológicas, pues les ha brindado un acercamiento al quehacer científico y tecnológico, a través de la realización de proyectos de

investigación en las diferentes áreas de la ciencia y la tecnología; igualmente, mediante estos procesos han adquirido conocimientos y el desarrollo de competencias científicas necesarias para el desenvolvimiento de la vocación científica y tecnológica.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por la Universidad de Costa Rica gracias al otorgamiento de una beca a M.Sc. Diego Armando Retana Alvarado para realizar Máster y Doctorado en España. Un especial agradecimiento a Dr. Bartolomé Vázquez Bernal de la Universidad de Huelva por sus aportaciones a este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, J. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16.
- Alfaro, G. y Villegas, L. R. (2010). *La educación científica en Costa Rica*. San José, Costa Rica: CONARE.
- Fouad, N. (2007). Work and vocational psychology: Theory, Research, and application. *Annual Review of Psychology*, 58, 543-564.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. (5^a ed.) México: McGraw-Hill.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones. (2015). *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2021*. San José, Costa Rica: MICITT.
- Polino, C. (2012). Las ciencias en el aula y el interés por las carreras científico-tecnológicas: un análisis de las expectativas de los alumnos de nivel secundario en Iberoamérica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 58, 167-191.
- Retana, D. A. y Fallas, M. (2013). *Ferías de Ciencia y tecnología en Costa Rica: una puerta a la innovación y al conocimiento*. San José, Costa Rica: Sección de Impresión del SIEDIN.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henrikson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: European Commission.
- Valencia, N., Campos, N., Obando, G., Fernández, L., Loría, L. A.; Vega, J. R., Muñoz, A. C., Barrantes, A. y Malavassi, E. (2015). *Manual del Programa Nacional de Ferias de Ciencia y Tecnología*. San José, Costa Rica: MICITT.
- Vázquez, Á. y Manassero, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 247-271.
- Vázquez, Á. y Manassero, M. A. (2015). La elección de estudios superiores científico-técnicos: análisis de algunos factores determinantes en seis países. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(2), 264-277.

Conocimientos, actitudes e intereses de los estudiantes de bachillerato sobre biotecnología

Ruiz, C., Banet, E.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.

crisrina.ruiz8@um.es

RESUMEN

El estudio de la Biotecnología, constituye un aspecto importante para la adecuada alfabetización científica y tecnológica de los ciudadanos, ya que son numerosas sus aplicaciones, tanto a nivel individual como social.

En esta comunicación se analizan los conocimientos, actitudes e intereses de estudiantes de Bachillerato de la Región de Murcia, relacionados con este ámbito, utilizando un cuestionario como instrumento de recogida de información.

El análisis de los resultados muestra que, en este nivel educativo, los conocimientos de los estudiantes sobre diferentes aspectos básicos de Genética y de Biotecnología son manifiestamente mejorables. Además, sus actitudes e intereses hacia las aplicaciones de la Biotecnología en diferentes ámbitos (medicina, alimentación, agricultura, industria y medio ambiente), varían en función del conocimiento y de la naturaleza de las mismas.

Palabras clave

Genética, Biotecnología, Bachillerato, Conocimientos, Actitudes

INTRODUCCIÓN

Son numerosos los avances científico-tecnológicos que, en la actualidad, se están desarrollando en el ámbito de las Ciencias Experimentales, de la Salud... Las aplicaciones de estos conocimientos plantean cuestiones de utilidad, de incertidumbre o éticas, y generan debate en amplios sectores de la sociedad. La Biotecnología, término que definimos después, está ganando un notable protagonismo en la enseñanza; también en España.

Los estudiantes de Bachillerato, como ciudadanos de una sociedad en continua evolución, requieren una adecuada formación acerca de estos temas científicos y tecnológicos, que les permita valorar las ventajas e inconvenientes que se derivan de estos conocimientos.

A continuación, resumimos algunas aportaciones de interés, que se derivan de la amplia revisión bibliográfica que hemos llevado a cabo y, que por razones de extensión, se describirán, con mayor profundidad, al presentar la comunicación.

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Uno de los principales objetivos de la enseñanza de las ciencias es proporcionar a los estudiantes unos conocimientos del mundo que les rodea, adecuados a su nivel educativo, y dotarles de un discurso relevante sobre los problemas que plantean la utilización de la ciencia en la vida cotidiana.

Hoy en día, es notable la cantidad de aplicaciones que brinda la Biotecnología. Su creciente impacto social requiere que los ciudadanos sean capaces de entender las

nociones más elementales, con objeto de que dispongan de las herramientas intelectuales adecuadas para posicionarse y, en su caso, tomar decisiones informadas en relación con sus aplicaciones en la vida cotidiana (Fonseca, Costa, Lencastre y Tavares, 2012). Esta circunstancia, ha tenido incidencia en el currículo de la mayoría de los países avanzados, que han incluido aprendizajes que orientan la enseñanza de las ciencias hacia aspectos sociales y personales (Furió, Vilches, Guisasola y Romo, 2001).

Además, esta disciplina se encuentra ligada a la existencia de multitud y variedad de controversias socio científicas, definidas por Jiménez Aleixandre (2010) como dilemas o controversias sociales que tienen en su base nociones científicas, pero que también se relacionan con otros campos: sociales, éticos, políticos y ambientales.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2005) define Biotecnología como “la aplicación de la ciencia y la tecnología a los organismos vivos, así como a partes, productos o modelos de estos con el fin de alterar materiales vivos o inertes para la producción de conocimientos, bienes y servicios” (p.9). La Biotecnología, por tanto, no es una ciencia en sí misma, sino un enfoque multidisciplinar, que involucra a la Biología, Bioquímica, Genética, Ingeniería, Medicina, Química y Virología, entre otras, e incide en una considerable diversidad de actividades industriales (Sánchez, 2007).

Este estudio constituye la primera fase de un proyecto de investigación de mayor alcance, en el que: a) analizaremos los conocimientos, intereses, valoraciones y actitudes de los estudiantes de Bachillerato sobre la Biotecnología; b) estudiaremos, cómo evolucionan estos aprendizajes, como consecuencia de la enseñanza, durante las etapas más avanzadas de la Educación Secundaria y Bachillerato; y c) elaboraremos algunas orientaciones educativas de interés, para el diseño de propuestas didácticas que consideren importantes estos aprendizajes para la alfabetización científica y tecnológica de los estudiantes.

En esta comunicación presentamos los resultados iniciales que responden a los problemas de investigación que se formulan en el siguiente apartado.

PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Cuáles son los conocimientos de una muestra de estudiantes de Bachillerato de la Región de Murcia en relación con algunos aspectos importantes de la Biotecnología?
- ¿Cuáles son las valoraciones de estos estudiantes sobre sus aplicaciones tecnológicas y sociales?
- ¿Qué nivel de interés muestran los estudiantes en relación con el estudio de técnicas y aplicaciones de la Biotecnología?

METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL ESTUDIO

Para responder a estos interrogantes, llevamos a cabo el siguiente plan de trabajo.

Población objeto de estudio

El estudio se ha llevado a cabo con 54 estudiantes de Bachillerato de un centro público de la Región de Murcia, que han elegido el itinerario científico: un grupo de 31 estudiantes de primer curso (1B, en adelante), y un grupo 23 estudiantes de segundo curso (2B, en adelante), de edades comprendidas entre los 16 y los 18 años de edad.

Los estudiantes de 1B han estudiado, en 4º de ESO, Genética y algunas nociones sobre Biotecnología en la asignatura Biología y Geología. Los de 2B, además, han profundizado algo más en estos contenidos, en la materia Ciencias para el Mundo Contemporáneo.

Diseño experimental

Instrumento de recogida de información

Se utilizó un cuestionario escrito, cuya puesta a punto se llevó a cabo mediante la siguiente estrategia:

a) Selección de los contenidos objeto de estudio: se realizó una amplia revisión bibliográfica sobre investigaciones realizadas en el ámbito de Didáctica de las Ciencias sobre Genética, Biología Molecular y Biotecnología; también se analizaron los contenidos que se desarrollan en la ESO y el Bachillerato.

b) Elaboración del cuestionario inicial: como consecuencia de la información anterior, se elaboró un mapa de conceptos, como referencia para elaborar un primer cuestionario, que fue ensayado, mediante entrevistas individuales, con una muestra de 6 estudiantes, de distinto rendimiento académico.

c) Cuestionario final: los resultados de estas entrevistas aconsejaron suprimir alguna pregunta demasiado compleja, modificar el lenguaje y la estructura de otras, así como ajustar el tiempo de su realización a una duración razonable (entre 35 y 40 minutos).

Este cuestionario se estructuró en 8 ítems, agrupados en tres partes: a) conocimientos de los estudiantes sobre nociones básicas de Genética; b) conocimientos de los estudiantes sobre las aplicaciones, ventajas e inconvenientes de la Biotecnología; y c) actitudes e intereses de los estudiantes sobre las aplicaciones de la Biotecnología en la sociedad.

Análisis de los resultados

Se ha llevado a cabo mediante dos estrategias: a) *cualitativas*: para la pregunta 2, de carácter abierto, utilizamos como referencias las definiciones que proponen los libros de texto y, las respuestas que, sobre los conceptos implicados (gen, alelo...), escribían un reducido grupo de 5 profesores de Educación Secundaria y Bachillerato, con más de 15 años de experiencia docente; b) *cuantitativas*: representaciones numéricas, expresando los resultados como porcentajes y frecuencias, como paso previo para llevar a cabo análisis estadísticos más detenidos, mediante la utilización del programa SPSS 19.

Limitaciones de la investigación

Una de las circunstancias que limitan el alcance de los resultados que presentamos es el reducido tamaño de la muestra, así como el hecho de que todos los estudiantes pertenezcan al mismo centro educativo; limitaciones que se intentan paliar mediante los estudios que, dentro de nuestro proyecto, estamos llevando a cabo.

RESULTADOS

1. Conocimientos sobre nociones básicas de Genética (preguntas 1, 2 y 3)

Cuando se pregunta si determinados seres vivos tienen ADN, núcleo... (Figura 1), prácticamente todos los estudiantes de ambos niveles educativos responden y estas respuestas indican que tienen clara la presencia de ADN, genes y núcleo en el ser humano, pero no sucede lo mismo en otros seres vivos más alejados taxonómicamente, ya que los porcentajes disminuyen, en particular, en las bacterias. Conviene destacar que para *Escherichia coli* casi 3 de cada 4 estudiantes de 1B le atribuyen ADN, pero menos de la mitad consideran que posean genes y en 2B solamente un 21.7% de estudiantes indican que poseen genes.

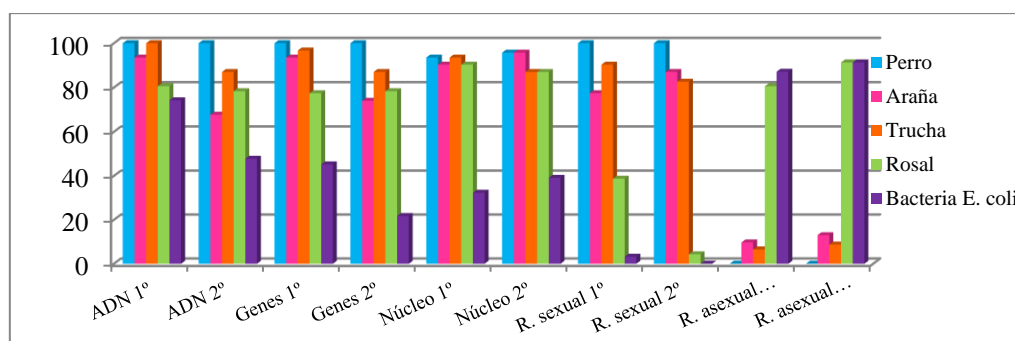


Figura 1. Información genética y tipo de reproducción en seres vivos.

En cuanto a si tienen reproducción sexual o asexual (Figura 1), responden bien para el perro y la bacteria. Sin embargo, en animales como la araña, más de un 10% de estudiantes le atribuyen reproducción asexual y este porcentaje asciende a más del 80% en el caso de especies vegetales como el rosal.

En la pregunta 2 se pidió a los estudiantes que definieran gen, alelo y. La consulta a profesores expertos y de libros de texto, nos llevó a considerar que los estudiantes deberían conocer, al menos, lo siguiente:

-Gen: fragmento de ADN, localizado en los cromosomas, portador de una parte de la información hereditaria (carácter) de los seres vivos, que se transmite a la descendencia. Información adicional sería que cada gen ocupa en el cromosoma una posición, o “locus” y codifica información para una determinada proteína.

-Alelo: fragmentos de ADN localizados en cromosomas, que constituyen cada una de las distintas alternativas en las que se puede presentar un gen. Consideramos información adicional que los estudiantes citen la existencia de alelos homocigóticos y heterocigóticos, o que distintos alelos de un mismo gen determinan variaciones en las diferentes características de los seres vivos, o su relación con las mutaciones.

-ADN: Polímero (macromolécula) formado por la unión de desoxirribonucleótidos y organizado en cromatina o cromosomas, localizado en el núcleo en eucariotas, que constituye la molécula portadora de la información hereditaria de los seres vivos que se transmite a la descendencia y controla la síntesis de proteínas. Como información adicional, para nuestros propósitos, describir su composición: desoxirribosa, fosfato y bases nitrogenadas (A, T, C, G).

Las respuestas de los estudiantes se distribuyeron según distintas categorías (Tabla 1). Aunque en 2B prácticamente la totalidad de los estudiantes definen el término *gen*, en 1B dejan de hacerlo casi uno de cada cuatro. Además las respuestas están centradas en algún aspecto -funcional o estructural-, pero no en ambos, como contemplan las definiciones anteriores, situándose la mayoría de ellas en las dos últimas categorías.

En relación con el término *alelo*, cabe mencionar el elevado número de estudiantes de ambos cursos que no han contestado, más alto en 1B (48.4%). Además, son más numerosos los estudiantes que se sitúan en las categorías C y D.

Tabla 1. Clasificación de las respuestas de los estudiantes (número de estudiantes/%).

Categorías	GEN		ALELO		ADN	
	1B	2B	1B	2B	1B	2B
A. Hacen referencia a las características básicas relacionadas con su estructura y función.	2/6.5	1/4.3	0	0	0	0
B. Omiten característica básica relacionada con su estructura o con su función	9/29	3/8.7	5/16.1	2/8.7	0	1/4.3
C. Omiten una característica básica relacionada con su estructura y otra con su función	6/19.4	10/43.5	3/9.7	2/8.7	28/90.3	18/78.3
D. Otros casos	7/22.6	8/34.8	7/22.6	12/52.2	3/9.7	4/17.4
E. No contestan	7/22.6	1/4.3	15/48.4	7/30.4	0	0

Como cabría esperar, el término *ADN* es conocido por todos los estudiantes aunque no por ello sus respuestas son las adecuadas, ya que, en ambos cursos, es muy mayoritaria la categoría C (90.3% en 1B y 78.3% en 2B), que en 1B se concreta en definirlo como ácido desoxirribonucleico y material genético de la célula, sin proporcionar detalles sobre su estructura. En 2B pocos lo relacionan con el núcleo de la célula, y ninguno con cromosomas o cromatina. Como funciones señalan, principalmente, que es el material genético de la célula, pero no su carácter hereditario.

En relación con la pregunta 3 -proceso de replicación de ADN, previo a la división celular-, todos los estudiantes contestan, y la mayoría, en ambos niveles educativos, señalan la opción correcta (*En la célula madre, la doble hélice de ADN se separa en dos hebras y tomando como molde cada una, se sintetiza una hebra complementaria. Cada célula hija tendrá una molécula con una hebra original y otra nueva*): más del 60% en primer curso, y poco más del 50% en segundo. Sin embargo, hay algunos estudiantes que no saben dónde (en células hijas según la opción b); o cómo se produce (según modelo conservativo en la opción c).

2. Conocimientos sobre las aplicaciones, ventajas e inconvenientes de la Biotecnología (preguntas 4,5 y 6)

Cuando se plantea a los estudiantes, de manera abierta, que escriban usos que conozcan de las aplicaciones de la Biotecnología en distintos ámbitos (pregunta 4), las más mencionadas se sitúan en el de la alimentación (alimentos transgénicos) y de la Medicina (clonación, células madre). Además, cuando se les proporciona un listado concreto (pregunta 5), para que escriban su significado (Tabla 2), las aplicaciones que mejor explican son los alimentos transgénicos (más del 60% indican que saben su significado), señalando como ventajas la obtención de variedades de alimentos, con características favorables; y como inconvenientes, sus efectos sobre la salud y la pérdida del carácter natural.

Tabla 2. Conocimientos, actitudes e interés por la Biotecnología en 1B y 2B (%)

Aplicaciones		Conocimientos					
		1		2		3	
		1B	2B	1B	2B	1B	2B
Alimentación	Fermentación	19.4	13	41.9	34.8	38.7	52.2
	Alimentos transgénicos	0	4.3	38.7	21.7	61.3	73.9
Medicina	Diagnóstico molecular preventivo	64.5	73.9	6.5	17.4	29	8.7
	Terapia génica	74.2	43.5	16.1	43.5	9.7	13
Industria	Producción cosméticos, plásticos,...	64.5	39.1	29	46.5	6.5	17.4
	Producción fármacos						
Medio ambiente	Uso de microorganismos en tratamiento de residuos	41.9	60.9	22.6	26.1	35.5	13

Grado de conocimiento: nunca lo he oído (1); la he oído pero no sé qué significa; la he oído y sé que significa (3).

Los dos ejemplos presentados en el ámbito de Medicina son poco conocidos por los estudiantes (en 1B nunca han oído el término diagnóstico molecular preventivo el 64.5% y en 2B el 73.9% y para terapia génica los porcentajes son similares). Sin embargo, los que se refieren al diagnóstico molecular preventivo, lo describen de manera bastante aceptable; no sucede lo mismo con la terapia génica.

Los conocimientos de los estudiantes no son amplios en los ámbitos de la industria y medio ambiente (entre el 40 y 65% de alumnos nunca los han oído), quizás por el escaso tratamiento que éstos reciben en el aula.

Cuando se les preguntó su acuerdo sobre ciertas expresiones que la bibliografía señala como posibles ideas erróneas de los estudiantes de estas edades (pregunta 6), solo un 40%, en ambos niveles educativos, considera posible la transferencia de genes entre especies; circunstancia que pone en cuestión los puntos de vista que puede tener la mayoría sobre aspectos importantes relacionados con la Biotecnología.

3. Valoraciones e intereses de los estudiantes en relación con los conocimientos y aplicaciones de la Biotecnología en la sociedad (preguntas 7 y 8).

Para conocer las valoraciones e intereses de los estudiantes por la Biotecnología, se utilizaron escalas tipo Likert. Se les pedía que puntuaran cada una de las afirmaciones con un valor comprendido entre 1 (totalmente en desacuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo), su grado de acuerdo. En la Tabla 3, mostramos los principales resultados obtenidos.

Los estudiantes consideran de forma bastante positiva la utilización de procesos de fermentación para obtención de alimentos (valor medio: 4). Estos puntos de vista son, sin embargo, menos favorables a la utilización de alimentos transgénicos, por razones similares a las que se aducían antes (perjuicio para la salud y pérdida del carácter natural).

Por el contrario, las valoraciones cambian según el objetivo de las modificaciones genéticas. Si el fin es que el alimento tenga características que lo hagan más llamativo comercialmente o producir animales modificados, que den alimentos en mayor cantidad o con características modificadas (carne, leche), la mayoría no está de acuerdo (el valor medio se sitúa en torno a 2). Sin embargo, si la modificación genética de alimentos es para aumentar su valor nutricional (añadiendo más vitaminas, por ejemplo), hay dispersión en las respuestas, pero, en conjunto, los estudiantes se muestran más a favor (la media es de 3.5 o 3.2).

En el ámbito de la Medicina, los estudiantes valoran positiva o muy positivamente el uso de fármacos obtenidos por ingeniería genética, así como y el diagnóstico molecular preventivo (media superior a 4.5); siendo menor para la terapia génica, seguramente debido a su desconocimiento por parte de los estudiantes.

Por otra parte, el interés de los estudiantes por las técnicas y aplicaciones de la Biotecnología en la sociedad es elevado, mostrando mayor interés por las aplicaciones vinculadas a la medicina y la alimentación (con valores medios superiores a 4 y 3.5 respectivamente), circunstancia relacionada con el hecho de ser las que más conocen o tienen unas repercusiones más tangibles para el estudiante. Aunque este estudio será objeto de un análisis más completo en una fase posterior.

Tabla 3. Actitudes e interés por la Biotecnología en 1B y 2B (% y media escala Likert)

Aplicaciones			Actitudes						Interés	
			4		5		Media		Media	
			1B	2B	1B	2B	1B	2B	1B	2B
Alimentación	Fermentación		29	26.1	58	43.5	4.4	4	3.9	3.7
	Alimentos transgénicos	Modificar levaduras	19.4	4.3	22.6	21.7	3.3	3		
		Modificar animales	12.9	4.3	12.9	4.3	2.5	2		
		Objetivo nutricional	19.4	17.4	32.3	21.7	3.5	3.2		
		Objetivo comercial	3.2	17.4	12.9	8.7	2.3	2.3		
Medicina	Diagnóstico molecular preventivo		25.8	30.4	54.8	65.2	4.4	4.5	4.6	4.4
	Terapia génica		12.9	34.8	74.2	39.1	4.6	4		
Industria	Producción cosméticos, plásticos,...		16.1	26.1	19.4	4.3	2.8	3	2.7	3.1
	Producción fármacos		25.8	21.7	67.7	69.6	4.6	4.6		
Medio ambiente	Uso de microorganismos en tratamiento de residuos		32.3	21.7	41.9	39.1	4.1	4	3.3	3.7

Actitud: de acuerdo (4), totalmente de acuerdo (5).

Podríamos señalar que los estudiantes que han participado en el estudio, de la modalidad de Bachillerato científico, muestran un alto grado de interés por las técnicas y aplicaciones de la Biotecnología en la sociedad, aunque no todos los ámbitos despiertan el mismo grado de curiosidad a los estudiantes.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

Los resultados presentados ponen de manifiesto que los conocimientos de los estudiantes de nuestra muestra, sobre algunos términos básicos relacionados con la Genética, son manifiestamente mejorables. Por otra parte, no se produce una clara progresión entre los dos niveles de Bachillerato analizados, como consecuencia de la enseñanza recibida (solo una ligera mejoría en 2B, en relación con las definiciones de algunos conceptos).

Además, aunque en relación con la Biotecnología, se observa mayor variedad y riqueza en algunas descripciones de los estudiantes de 2B, las diferencias encontradas entre ambos niveles educativos tampoco parecen responder a lo que cabría esperar, como consecuencia de nuevos y más detallados aprendizajes.

Teniendo en cuenta las limitaciones de esta investigación, señaladas anteriormente, resulta obvio que las conclusiones no pueden ser generalizables. Es necesario, por tanto, que posteriores estudios profundicen en este ámbito formativo:

- Analizando con mayor detenimiento los conocimientos, actitudes e intereses de los estudiantes de educación secundaria y bachillerato en relación con las aplicaciones de la Biotecnología, con objeto de verificar en qué medida los resultados presentados pueden ser representativos de una población mayor.
- Mejorando y ampliando los instrumentos de recogida de información, con el propósito de que ésta sea más completa y más significativa sobre las distintas dimensiones que se han analizado en este estudio.
- Diseñando propuestas de enseñanza, que pongan en valor la necesidad de mejorar la necesaria alfabetización científica y tecnológica de los estudiantes. Estos programas deberían considerar, además de objetivos de carácter propedéutico, otros relacionados con la formación de ciudadanos que construyan opiniones fundamentadas sobre temas de gran relevancia social e individual, que les permitan tomar decisiones informadas en relación con estos temas, sin duda controvertidos.

Teniendo en cuenta resultados de investigaciones anteriores (Boerwinkel, Knippels y Waarlo, 2011, Goodwin, Kramer y Cashmore, 2012), estas propuestas podrían considerar, de manera explícita:

- Las similitudes entre la reproducción de las plantas (grano de polen, óvulo, semillas) y sus estructuras equivalentes en las personas con objeto de que los estudiantes entiendan el carácter sexual de estos procesos –también en plantas- ejemplos utilizados para desarrollar ciertos contenidos básicos de Genética.
- Las relaciones entre gen, alelo y ADN en los seres vivos, con particular atención a aquellos más distanciados taxonómicamente de las personas; incluidas las bacterias, organismos de particular importancia en los procesos biotecnológicos.

Estos aprendizajes deben influir, no solo en la comprensión de los mecanismos básicos de transmisión de la información hereditaria en los seres vivos, sino también en las interpretaciones y valoraciones que realicen los estudiantes en relación con muchas aplicaciones de la Biotecnología, en la que se utilizan plantas (alimentos transgénicos, como ejemplo emblemático) o bacterias.

- El desarrollo de la Biotecnología con un enfoque más general, amplio e interdisciplinar, estableciendo los vínculos necesarios con la Genética para contribuir a que los estudiantes conozcan y valoren de manera más adecuada la influencia de la Biotecnología en la sociedad, incluyendo aquellas técnicas de ingeniería genética, que encuentran su fundamento en la introducción de genes de una especie a otra, en las que se utilizan microorganismos y plantas, aprovechando que el interés de los estudiantes hacia estos contenidos es elevado.

BIBLIOGRAFÍA

- Boerwinkel, J., Knippels, M.C. y Waarlo, A. (2011) Raising awareness of presymptomatic genetic testing. *Journal of Biological Education*, 45(4), 213-221.
- Fonseca, M.J., Costa, P., Lencastre, L. y Tavares, F. (2012). Multidimensional analysis of high-school students' perceptions about biotechnology. *Journal of Biological Education*, 46(3), 129-139.
- Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J. y Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 365-376.

Goodwin, M., Kramer, C. y Cashmore, A. (2012) The 'ethics committee': a practical approach to introducing bioethics and ethical thinking. *Journal of Biological Education*, 46(3), 188-192.

Jiménez-Aleixandre, M.P. (2010). 10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas. Barcelona:Graó.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OECD (2005). A framework for Biotechnology Statistics. OECD Secretariat, Paris.

Sánchez, J.M. (2007). Biotecnología blanca e industria farmacéutica. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*, 73, 501-535.

Frecuencia y tipo de uso de los museos de ciencia como recurso didáctico por parte de los maestros de Primaria

Vílchez, J. E.,¹ Ceballos, M.,¹ De las Heras, M. A.,² Arsuaga, J. L.³

¹ Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola CEU (adscrito a la Universidad de Sevilla). ² Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Huelva. ³ Centro Mixto UCM-ISCIH de Evolución y Comportamiento Humanos.

jvilchez@ceuandalucia.es

RESUMEN

Se presentan resultados sobre la frecuencia y uso que los maestros de Educación Primaria hacen de las visitas a museos de ciencias como recurso didáctico. Se han empleado para ello las percepciones de maestros pertenecientes a una muestra de Sevilla y su provincia. En general los docentes admiten que las visitas y la realización de talleres en los museos son actividades poco frecuentes, aunque suelen recomendar este recurso, especialmente los maestros más jóvenes, tanto a los niños como a sus padres. En cuanto al tipo de uso predomina el refuerzo del trabajo desarrollado en clase y la realización de actividades de forma previa, durante y posterior a la visita, entre otras. Los maestros también reconocen ceder el protagonismo al educador o guía del museo y no son partidarios de considerar las visitas como actividades lúdicas no relacionadas con los contenidos de clase.

Palabras clave

Museos de ciencia, Educación Primaria, Educación no formal, Ciencia escolar, Recurso didáctico

INTRODUCCIÓN

Los resultados que presentamos forman parte de un estudio más amplio sobre los museos de ciencias y su papel en la enseñanza de la paleontología y la geología en general. En una primera aproximación hemos realizado un sondeo sobre el uso de este recurso en un contexto formal de aprendizaje como es la etapa de Primaria.

En el contexto de la importancia que están adquiriendo en las últimas décadas los recursos procedentes de la Educación No Formal, cobra especial importancia el estudio de los museos de ciencias y centros de exposiciones científicas en general. El estudio de estos centros viene siendo abordado desde diversos ámbitos, como son las catalogaciones museísticas (Delgado, 2009), la historia y enseñanza del Patrimonio (Estepa, 2013) o la Didáctica de las Ciencias Experimentales.

El potencial de los museos y centros interactivos de ciencias como recurso didáctico se puede contemplar desde la educación no formal y por tanto para la alfabetización científica general de la población, pero también como recurso didáctico procedente de la educación no formal pero aprovechable o integrable en la enseñanza de la ciencia escolar.

En las investigaciones procedentes del ámbito de la Didáctica de las Ciencias Experimentales se han explorado aspectos diversos, tales como las percepciones de

profesorado, estudiantes o educadores sobre este recurso (Banqué, Calafell y Bonil, 2013; DeWitt y Hohenstein, 2010; Guisasola y Morantín, 2010; Viladot, 2013), la naturaleza del aprendizaje (de Witt, 2012; Rennie y Johnston, 2004), la descripción de experiencias didácticas interesantes (Cuenca, Wamba y Aguaded, 2006; Soler, 2013) o la posibilidad de abordar este recurso en la formación inicial del profesorado (Morentín, 2013; Morentín y Guisasola, 2014).

Uno de los aspectos esenciales sobre los que existe consenso es la necesidad de preparar la visita e integrarla en la programación del aula (Falk y Dierging, 2000; Osborne y Dillon, 2007; Pedrinaci, 2012), pero las investigaciones recientes, al menos en el contexto español indican que el profesorado todavía no hace una adecuada preparación y no aplica su conocimiento pedagógico en estas actividades (Guisasola y Morentín, 2010).

En cualquier caso, la disponibilidad cada vez mayor de este recurso para los docentes y centros educativos, así como la presencia creciente de maestros formados, al menos teóricamente, en las nuevas tendencias de la didáctica de las ciencias, hacen necesario continuar con este tipo de investigaciones. En nuestro caso, como aproximación inicial nos centramos en la frecuencia y tipo de uso que se hace en la etapa de Primaria utilizando para ello la percepción de una muestra de los propios maestros.

METODOLOGÍA

La investigación se ha desarrollado en centros escolares de Sevilla y su provincia y ha involucrado a 89 profesores de Educación Primaria (37% maestros y 63% maestras) con una edad media de 41,19 años. El rango de edades representadas en la muestra ha sido amplio según lo esperable en este colectivo profesional, oscilando entre 25 y 64 años, con una desviación típica de 11,00. El 36,4% desarrollaba su labor docente en primer o segundo curso de Primaria, el 35,2% en tercero o cuarto y el 28,4% en quinto o sexto.

Como instrumento de recogida de datos se ha empleado un cuestionario con 15 preguntas. Los primeros 10 ítems (ver Anexo 1) requieren respuesta cerrada según una escala de valoración tipo Likert de 1 a 5. En los tres primeros el profesorado debe indicar la frecuencia (1-nada frecuente a 5-muy frecuente) en la que realiza visitas a museos de ciencias con sus alumnos, los acompaña a los talleres organizados y recomienda las visitas a padres o alumnos. En los 7 siguientes ítems se pide al docente que indique su grado de acuerdo (1-nada de acuerdo a 5-muy de acuerdo) con una serie de afirmaciones sobre el posible uso didáctico de los museos. Las últimas 5 preguntas abordan cuestiones de respuesta abierta sobre los museos que se conocen o visitan y el tipo de contenidos que trabajan, les gustaría trabajar o recomendaría trabajar en ellos.

En esta comunicación nos centraremos en los primeros 10 ítems de respuesta tipo Likert. La toma de datos se realizó durante el contacto con los colegios en las prácticas docentes o semanas de observación que estudiantes del Grado de Educación Primaria del Centro Cardenal Spínola CEU (adscrito a la Universidad de Sevilla), al que pertenecen parte de los investigadores, realizaron en distintos momentos durante el periodo marzo 2015 a enero 2016.

Se han obtenido frecuencias y porcentajes para las distintas opciones de cada ítem. En la presentación de resultados se han destacado, según el interés en los distintos ítems, los porcentajes agrupados de las opciones de acuerdo o muy de acuerdo, o bien de la respuesta nada de acuerdo o nada frecuente.

Además se ha explorado la posible relación de los resultados obtenidos con la edad de los maestros y el nivel de Primaria en el que enseñan. Para ello se ha empleado la prueba

estadística rho de Spearman en las correlaciones bivariadas entre la edad, el nivel de Primaria y los ítems 1 a 10. Se ha utilizado para ello el programa estadístico SPSS versión 20.

RESULTADOS

Descripción de los resultados

Comentamos en primer lugar los resultados correspondientes a los ítems 1 a 3, que se ocupan de la frecuencia en la interacción con los museos de ciencias. En la Figura 1 se presentan los resultados correspondientes a las opciones *frecuente o muy frecuente* en respuesta a estos ítems.

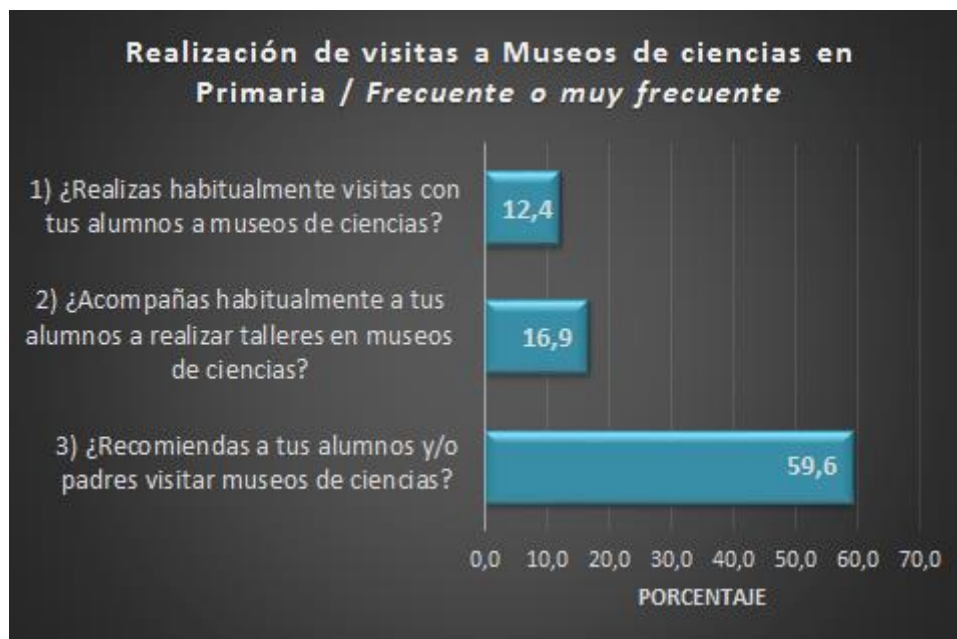


Figura 1. Porcentaje de respuestas "frecuente o muy frecuente" en los ítems 1, 2 y 3

Como puede observarse, la frecuencia de uso de este recurso por parte de los maestros es escasa. Sólo un 12,4% de los maestros realizan de forma *frecuente o muy frecuente* visitas a museos de ciencias con los alumnos (ítem 1) y sólo un 16,9% (ítem 2) los acompaña a la realización de talleres (Figura 1). De hecho, la opción mayoritaria en ambos ítems es *poco frecuente* (33,7% para el ítem 1 y 36,0% para el ítem 2). Además casi el 30% de los encuestados admite no haber participado nunca en actividades relacionadas con este recurso.

En cambio, aunque sin mucha participación directa, los maestros sí reconocen el valor de este tipo de actividad al recomendarla con frecuencia a niños o padres (ítem 3: 59,6% *frecuente o muy frecuente*; Figura 1).

En el caso de los ítems 4 a 10, que valoran distintos usos como recurso didáctico de los museos de ciencias (Figura 2), la opción mayoritaria ha sido el aprovechamiento para *reforzar o consolidar contenidos que ya se han trabajado en clase* (ítem 7), con un 60,7% de respuestas *de acuerdo o muy de acuerdo*.

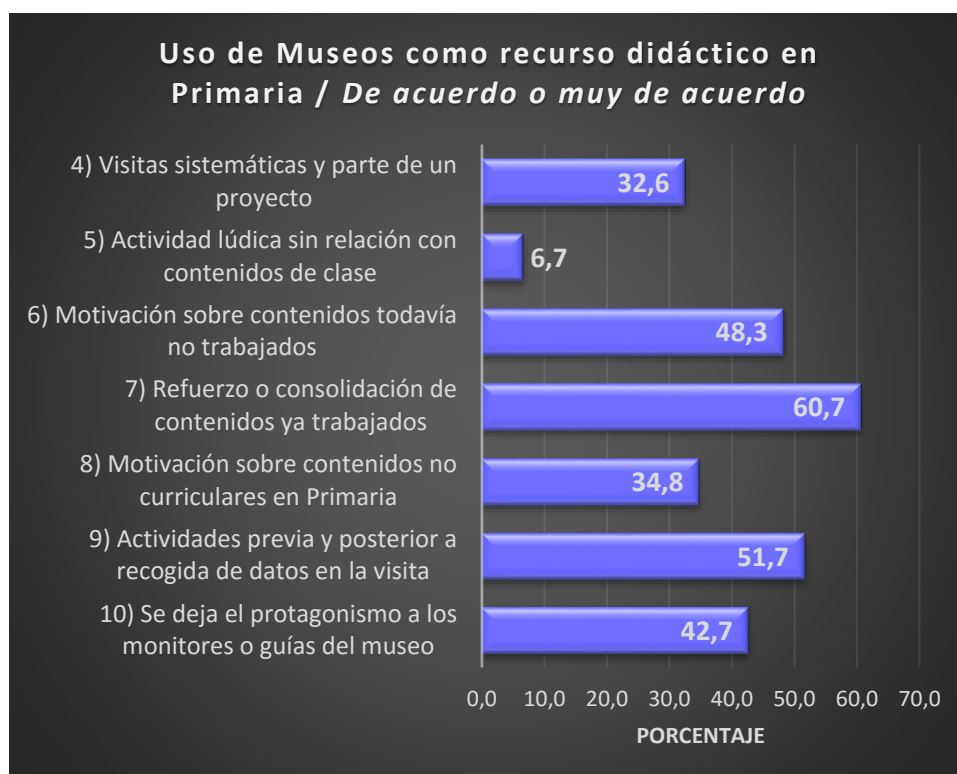


Figura 2. Porcentaje de respuestas “de acuerdo o muy de acuerdo” en los ítems 4 a 10

Otras opciones que obtienen alta consideración por parte de los maestros son la realización de *actividades previas y posteriores a la visita con recogida de datos* durante la misma (ítem 9: 51,7%), o la *motivación sobre contenidos todavía no trabajados en clase* (ítem 6: 48,3%). También se reconoce la importancia que en este tipo de visitas tienen los *monitores o guías del propio museo*, tanto en la gestión de la organización como en los contenidos (ítem 10: 42,7%).

Menor consideración que los anteriores tienen los ítems 4, sobre la realización de las *visitas de forma sistemática* y 8, que valora la *motivación sobre contenidos no pertenecientes a la etapa de Primaria*. Finalmente, el ítem menos valorado por los maestros con diferencia (sólo de acuerdo o muy de acuerdo en un 6,7%) es el uso de la visita a los museos como *actividad lúdica sin relación con los contenidos de clase*.

Relación de los resultados con la edad de los maestros y el nivel de Primaria

Para explorar la relación de los resultados obtenidos en los ítems 1 a 10 con la edad y el curso de Primaria en el que son maestros los participantes, se han realizado las correspondientes correlaciones bivariadas. Al tratarse los ítems 1 a 10 de variables ordinales se ha utilizado la prueba estadística no paramétrica rho de Spearman. Los resultados completos de estas pruebas se presentan en el Anexo 2.

Sólo se han encontrado dos correlaciones estadísticamente significativas (a nivel $\alpha = 0,05$). En el caso de la edad, encontramos una correlación negativa con el ítem 3 ($\rho = -0,278$; $p = 0,027$), de forma que profesores más jóvenes tienden a recomendar con mayor frecuencia las visitas a los museos de ciencias y viceversa. Esta tendencia es coherente con la posible mayor familiarización de los maestros jóvenes con los museos de ciencias como recurso didáctico, al incorporar su formación inicial las nuevas tendencias en enseñanza de las ciencias.

En cuanto al nivel de Primaria en el que son maestros, se ha encontrado una correlación significativa, en este caso positiva, con el ítem 8 ($\rho = 0,225$; $p = 0,044$). Maestros que ejercen en cursos superiores de Primaria tienen más tendencia a estar de acuerdo en usar los museos para motivar a los estudiantes con contenidos no pertenecientes al currículo, posiblemente porque los niños de últimos cursos de Primaria pueden estar más receptivos a familiarizarse con contenidos de nivel superior.

La edad de los maestros y el nivel de Primaria no afectan al resto de los ítems considerados en este estudio.

CONSIDERACIONES FINALES Y EXPECTATIVAS

Los maestros pertenecientes a la muestra hacen un escaso uso de los museos de ciencias. Realizan visitas con poca frecuencia y participan poco en los talleres que se organizan. Esta falta de actividad contrasta, no obstante, con una alta consideración de este recurso, que dicen recomendar frecuentemente a niños y padres, especialmente en el caso de los profesores más jóvenes. En cuanto al uso didáctico, predomina el refuerzo de los contenidos ya desarrollados en clase pero también reciben consideración otros aspectos, incluyendo algunos metodológicamente avanzados en relación a la didáctica de las ciencias, como es la realización de una preparación previa a la visita y la toma de datos durante la misma para trabajar con ellos de vuelta a clase.

No obstante, hay que tener en cuenta que la fuente de datos son las opiniones o percepciones de los propios maestros y que algunas respuestas pueden haberse orientado hacia lo “didácticamente correcto”. Otro indicio sobre esto puede ser la mínima consideración de la opción actividad lúdica sin relación con los contenidos de clase. Sería conveniente por tanto considerar otras fuentes para la triangulación de los resultados.

Este estudio preliminar nos ha servido, entre otros aspectos, para optimizar el cuestionario y la muestra. En avances posteriores sería conveniente afinar las pruebas estadísticas para ver la influencia de otras características de los maestros y del centro educativo, así como analizar las respuestas abiertas correspondientes a los ítems 11 a 15 y también orientar la investigación en nuestro objeto principal de interés, que es el papel de los museos en la enseñanza de la geología y paleontología.

BIBLIOGRAFÍA

Banqué, N., Calafell, G. y Bonil, J. (2013). Construyendo el perfil competencial de los educadores de museos y centros de ciencia. En J. Bonil, A. Marbà y C. Márquez (Eds), *IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias* (pp. 266-269). Girona: Universidad de Girona.

Cuenca, J. M., Wamba, A. M y Aguaded, J. S (2006). Las actividades prácticas en museos de ciencia y centros de interpretación ¿Cómo orientarlas desde una perspectiva holística? *Alambique*, 47, 74-81.

Delgado Buscalioni, A. (2009). *Rutas por museos y colecciones de Paleontología*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.

DeWitt, J. (2012). Scaffolding students' post-visit learning from interactive exhibits. A sociocultural perspective. En E. Davidsson y A. Jakobsson (eds.) *Understanding interactions at science centers and museums* (pp. 173-192). Rotterdam: Sense Publishers.

DeWitt, J. y Hohenstein, J. (2010). Supporting student learning: A comparison of student discussion in museums and classrooms. *Visitor Studies*, 13 (1), 41-66.

- Estepa, J. (Ed.) (2013). *La educación patrimonial en la escuela y el museo: investigación y experiencias*. Huelva: Universidad de Huelva Publicaciones.
- Falk, J. H. y Dierking, L. D. (2000). *Learning from museums: visitor experiences and the making of meaning*. Walnut Creek, CA: AltaMira.
- Guisasola, J. y Morentin, M. (2010). Concepciones del profesorado sobre visitas escolares a museos de ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 28 (1), 127-140.
- Morentín, M. y Guisasola, J. (2014). La visita a un museo de ciencias en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11 (3), 364-380.
- Morentín, M. (2013). Formación inicial del profesorado de primaria en visitas escolares a MYCC. En J. Bonil, A. Marbà y C. Márquez (Eds), *IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias* (pp. 2393-2397). Girona: Universidad de Girona.
- Osborne, J. y Dillon, J. (2007). Research on Learning in informal contexts: Advancing the field? *International Journal of Science Education*, 12, 1441-1445.
- Pedrinaci, E. (2012). Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique*, 71, 81-89.
- Rennie, L. J. y Johnston, D. J. (2004). The nature of Learning and its implications for Research on Learning from Museums. *Science Education*, 88, S1, 4-16.
- Soler, M. (2013) Un marco para la innovación del proyecto educativo de los museos de ciencia. En J. Bonil, A. Marbà y C. Márquez (Eds), *IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias* (pp. 3394-3398). Girona: Universidad de Girona.
- Viladot, P. (2013). Análisis de las motivaciones, expectativas y objetivos de los docentes en sus visitas al museo de ciencias naturales de Barcelona. En J. Bonil, A. Marbà y C. Márquez (Eds), *IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias* (pp. 3711-3716). Girona: Universidad de Girona.

ANEXOS

Anexo 1

Se recogen en este anexo el enunciado completo y las opciones de respuesta de los ítems del cuestionario incluidos en esta investigación:

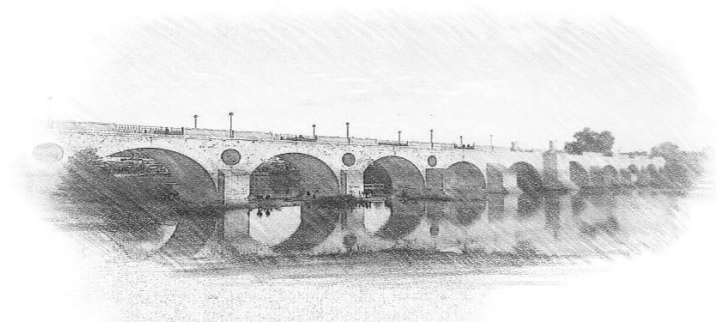
- *En las siguientes preguntas, valora la frecuencia con la que realizas las siguientes actividades (del 5 al 1: 5-muy frecuente, 4-frecuente, 3-moderado, 2-poco, 1-nada):*
 - 1) *¿Realizas habitualmente visitas con tus alumnos a museos de ciencias?*
 - 2) *¿Acompañas habitualmente a tus alumnos a realizar talleres en museos de ciencias?*
 - 3) *¿Recomiendas a tus alumnos y/o padres visitar museos de ciencias?*
- *En relación a las visitas a museos de ciencias valora las siguientes afirmaciones (5-muy de acuerdo a 1-nada de acuerdo):*
 - 4) *Las visitas se realizan sistemáticamente y forman parte de un proyecto.*
 - 5) *Suele tratarse de una actividad lúdica sin relación con los contenidos de clase.*
 - 6) *Suelo aprovecharlas para motivar a los alumnos sobre contenidos que todavía no se han trabajado en clase.*
 - 7) *Suelo aprovecharlas para reforzar o consolidar contenidos que ya se han trabajado en clase.*
 - 8) *Suelo aprovecharlas para motivar a los alumnos sobre contenidos que no aparecen en el currículum de Primaria.*
 - 9) *Se realizan actividades previas a la visita, y durante la misma se recoge información con la que se trabaja posteriormente en el aula.*
 - 10) *En este tipo de visitas se deja el protagonismo sobre el contenido y organización a los monitores o guías de los museos.*

Anexo 2

Se recogen en este anexo los resultados en formato tabla de las correlaciones bivariadas en los ítems 1 a 10 con la edad de los profesores y el nivel de Primaria en el que imparten docencia.

Ítem	Edad	Nivel Primaria
1	rho = -0,165 p = 0,196	rho = 0,168 p = 0,117
2	rho = -0,130 p = 0,312	rho = 0,147 p = 0,171
3	rho = -0,278 p = 0,027	rho = -0,087 p = 0,418

Ítem	Edad	Nivel Primaria
4	rho = -0,023 p = 0,865	rho = -0,030 p = 0,795
5	rho = -0,056 p = 0,674	rho = 0,163 p = 0,148
6	rho = -0,132 p = 0,322	rho = 0,160 p = 0,155
7	rho = -0,084 p = 0,530	rho = 0,069 p = 0,543
8	rho = -0,207 p = 0,119	rho = 0,225 p = 0,044
9	rho = -0,112 p = 0,404	rho = 0,194 p = 0,085
10	rho = -0,060 p = 0,656	rho = 0,050 p = 0,660



PÓSTERES

Línea 1. Experiencias innovadoras en el aula (EI, EP, ESO, FP, Bachillerato y Universidad)

Lo que sienten los estudiantes en las clases de Tecnología. Aplicación de la teoría de las inteligencias múltiples para mejorar el rendimiento emocional

Álvarez, G. J., Dávila, M. A., Mellado, V., Sánchez, J.*

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas.
Facultad de Educación. Universidad de Extremadura. Avda. de Elvas, s/n. 06006.
Badajoz (España)
jsanmar@unex.es*

RESUMEN

Este trabajo presenta una evaluación preliminar de la aplicación de la Teoría de las Inteligencias Múltiples de Gardner (TIM) en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Tecnología en Educación Secundaria Obligatoria (ESO). En esencia, se ha identificado el estilo predominante de pensamiento en 135 estudiantes y se les ha preguntado sobre las emociones sentidas en cada bloque de la asignatura. Los resultados se han analizado individual y globalmente, triangulando el rendimiento emocional, el estilo de pensamiento y el bloque de materia. Se aplicó un test ANOVA de un factor a cada estilo de pensamiento para identificar qué bloque de materia despertaba mejores emociones y cuál menos. Si se compara globalmente, se confirma que los sujetos con inteligencia lógica-aritmética presentan claras ventajas emocionales en el estudio de la tecnología, mientras que aquellos con un estilo de pensamiento musical están en desventaja.

Palabras clave

Tecnología, Emociones, Teoría de Inteligencias Múltiples

INTRODUCCIÓN

Los mecanismos racionales están claramente en el corazón de nuestro comportamiento, pero los emocionales representan un papel principal en toda nuestra vida que está siendo tomado en cuenta por los expertos con un interés creciente, especialmente en todo lo relacionado con los procesos de enseñanza-aprendizaje.

A pesar de su relevancia evidente (uno difícilmente recuerda todos los contenidos que ha estudiado, pero con facilidad puede hacer memoria de lo que sintió cuando estudió tal o cual asignatura), el estudio de las emociones y los sentimientos ha estado fuera del foco de los investigadores educativos durante muchos años, y quizá todavía más alejado de la práctica educativa común en las escuelas. Los contenidos de tecnología, por su carácter científico y técnico, han estado, si cabe, más ausentes del discurso didáctico dominante (Black y Atkin, 2005).

Sin embargo, siguiendo a Hargreaves (1998), las emociones están en el corazón de la educación. Emociones y sentimientos deben ser incluidos entre las variables que se deben manejar por los docentes para mejorar el desarrollo del aprendizaje. Hoy está plenamente aceptada la idea de que lo cognitivo configura lo afectivo, y viceversa. La idea de que la

educación es una práctica emocional con vertientes y dimensiones cognitivas y afectivas está plenamente aceptada por investigadores y educadores.

Existen una gran variedad de taxonomías para el dominio afectivo. Para Dos Santos y Mortimer (2003), lo afectivo es más general, y asume emociones, sentimientos y ánimos. Muchos autores concluyen que las emociones son respuestas automáticas del propio organismo a estímulos externos, mientras que los sentimientos son más permanentes. En esta comunicación se hablará principalmente de emociones.

De entre las muchas definiciones de emociones, adoptamos la siguiente, propuesta por Bisquerra (2001):

Las emociones son reacciones a la información que recibimos en nuestra relación con el medio. La intensidad de dicha reacción depende de la percepción subjetiva que tengamos sobre cómo afectará la información que recibimos a nuestro bienestar. Esta percepción subjetiva pasa, antes que por nuestro conocimiento e intelecto, por creencias personales, sentido de amenaza y objetivos. Una emoción lo es en función de cuán importante es para nosotros.

La Teoría de las Inteligencias Múltiples de Gardner no se limita únicamente al marco cognitivo, sino que también toma en consideración aspectos afectivos y emocionales. El tipo predominante de pensamiento o de inteligencia (IS) de cada sujeto es obviamente relevante para el diseño e implementación de estrategias de aprendizaje, aunque quizá una vuelta de tuerca de este concepto lo constituye la identificación del rendimiento emocional de cada persona de acuerdo al tipo de inteligencia. Esta información será de gran utilidad a la hora de complementar el proceso de instrucción mediante la consideración de la respuesta emocional y, consecuentemente, dando la oportunidad al estudiante de mejorar su rendimiento académico. Esto ya ha sido advertido por Gardner (1989) en los primeros años de su teoría, y se ha visto confirmado experimentalmente por otros investigadores (Al-Balhan, 2006).

La presente comunicación se ha configurado sobre las bases del estudio del programa de Tecnología en la Enseñanza Secundaria Obligatoria española. Éste está estructurado en 7 unidades o bloques: Resolución de problemas (1), Hardware y Software (2), Materiales de uso técnico (3), Técnicas de comunicación y expresión (4), Estructuras y mecanismos (5), Electricidad (6) y Tecnologías de la información (7). Este curriculum ha sido diseñado por el Gobierno Autonómico y está consignado en el correspondiente Decreto.

El objetivo de este trabajo es doble: por un lado, medir la respuesta emocional de los estudiantes cuando se han de enfrentar a la disciplina de Tecnología, aunque ésta se vea dividida por bloques. Por otro lado, se pretende descubrir las aptitudes cognitivas de cada estudiante, en función de su tipo de inteligencia prevalente, y cada uno de los bloques de la materia.

METODOLOGÍA

Se han desarrollado cuestionarios para la medición del rendimiento emocional y para la identificación del estilo de pensamiento prevalente. En el caso del rendimiento emocional para cada bloque de materia, el cuestionario empleado fue diseñado ad hoc. En él, los estudiantes escribían qué emociones habían sentido cuando desarrollaban una tarea particular relacionada con cada bloque, así como las razones que les habían llevado a sentirla. Por ejemplo, si se les preguntaba por las emociones sentidas cuando manejaban un taladro eléctrico, un estudiante podría contestar “miedo” porque “quizá mis

compañeros pueden reirse de mí”. Las opciones de respuesta en cuanto a emociones eran Ira, Tristeza, Aburrimiento o Vergüenza (negativas); y Sorpresa o Felicidad (positivas). Para cada bloque de materia se formulaba cuatro cuestiones, y el puntaje se calculaba asignando un punto positivo por cada emoción positiva. Las emociones negativas no eran contabilizadas, por lo que el puntaje final de cada bloque podía oscilar entre 0 y 4.

La recogida de datos se llevó a cabo mediante su distribución a un grupo de profesores de Secundaria a lo largo de una amplia zona geográfica de Extremadura (España). Más de 20 profesores se ocuparon de recopilar tres cuestionarios por cada estudiante participante en el estudio: uno para la identificación del estilo de pensamiento o inteligencia; otra basada en las estrategias preferidas de aprendizaje y uno final sobre emociones en cada bloque de materia. Solo los datos congruentes entre el test 1 y 2 (confirmación de la identificación válida de inteligencia prevalente) se tuvieron en cuenta, con lo que la muestra total de trabajo fue de 115 estudiantes de entre 13 y 14 años (2º de ESO).

RESULTADOS

Como aproximación inicial, la tabla 1 muestra la media emocional para cada estilo de inteligencia, alcanzado este puntaje para cada bloque de materia. Como puede observarse, el valor mínimo de este set de resultados experimentales lo arroja la combinación de Inteligencia Muscal y Bloque 4, donde se obtiene un nivel de 0,46. Por el contrario, el valor máximo de la tabla lo da la combinación Espacial y Bloque 4, con un rendimiento emocional de 3,45. Es relevante que ambos valores se dan con el mismo bloque de contenidos. Esto es representativo y significativo de que no todas las inteligencias reaccionan de igual manera ante idénticos contenidos. De manera general, la tabla presenta valores entre 2,5 y 3,5, por lo que el análisis descriptivo no proporciona mayor información.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La evaluación emocional en las clases de Tecnología se puede llevar a cabo analizando el puntaje global de cada tipo de inteligencia, sin importar el bloque sobre el que se aplicara. En este sentido, este análisis, sobre la base de un test ANOVA de una vía, dio un p-valor por debajo de 0,0001. Los resultados son, consiguientemente, estadísticamente significativos. El test de Levene sobre las varianzas dio resultado no significativo (hipótesis nula, p-valor de 0,739) por lo que es análisis is robusto y contrastado. La prueba de Diferencias Honestamente Significativas de Tukey (HSD Tukey) confirmó la existencia de tres grupos: los más favorecidos emocionalmente, un grupo intermedio, y un grupo desfavorecido emocionalmente. De acuerdo con estos resultados previos, el primer grupo lo constituyen solo aquellos sujetos con inteligencia prevalente lógico-matemática, mientras que el tercero estaba compuesto tan solo por aquellos con inteligencia musical. El resto de los caracteres se encontraban dentro del segundo grupo. Esto se muestra gráficamente en la figura 1.

Los estudiantes reaccionan de diferente manera una vez se someten al proceso de enseñanza-aprendizaje. Sus diferencias, en términos emocionales, son suficientemente acusadas como para tenerlas en cuenta y que dichas variaciones afecten al diseño del proceso. Por tanto, los docentes están obligados a atender estas demandas y elevar la respuesta emocional de los estudiantes mediante metodologías que propicien el afloramiento de emociones positivas, particularmente en aquellos que se muestran menos favorecidos y en aquellos bloques especialmente difíciles en términos emocionales. Estos son los bloques 2, 3 y 4.

Con respecto a los estudiantes y sus inteligencias prevalentes, los docentes deberían poner especial atención a aquellos con Inteligencia Musical o Cinestésica. Ya que el currículum es el mismo para todos, puesto que está establecido por ley, los docentes deberían tener en cuenta estos datos iniciales para ajustar sus estrategias instruccionales en orden a incrementar el rendimiento emocional en las clases de Tecnología. Posiblemente, el éxito académico de los alumnos y alumnas dependerá de ello.

IMÁGENES Y TABLAS (Versión en castellano una vez aceptada la comunicación)

Tabla 1. Media emocional para cada Estilo de Pensamiento y Bloque. N es el número de individuos.

IS \ SU	1	2	3	4	5	6	7	N
Logical-mathematical	2.10	3.30	3.20	2.6	3.20	3.20	2.70	10
Bodily-kinesthetic	1.88	1.53	2.12	1.71	1.94	1.94	2.53	17
Spatial	2.91	2.09	3.18	3.45	2.55	2.22	2.36	11
Intepersonal	2.61	2.04	2.83	1.48	2.22	1.96	3.22	23
Intrapersonal	1.81	2.50	3.13	1.75	2.06	2.50	1.87	16
Linguistic	2.75	2.06	2.94	1.38	1.69	1.81	3.19	16
Musical	2.15	2.00	2.64	0.46	1.46	1.46	2.46	13
Environmental	2.44	2.22	2.89	1.78	1.89	1.67	2.44	9

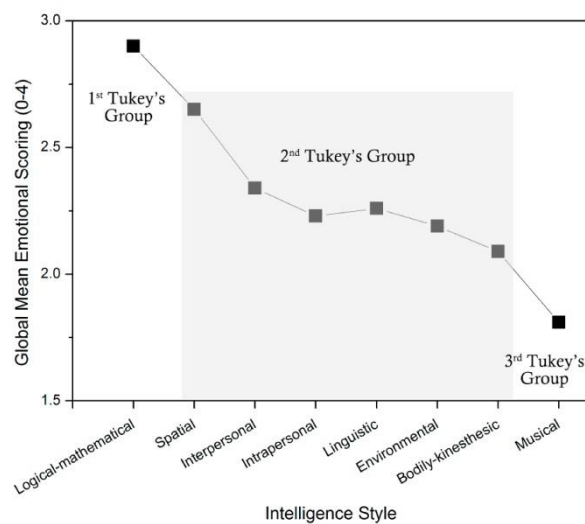


Figura 1. Grupos de Tukey (HSD Tukey).

BIBLIOGRAFÍA

Al-Balhan, E.H. (2006) Multiple Intelligences Styles in relation to improved academic performance in Kuwaiti Middle School reading, *Digest of Middle East Studies*, 15(1), 18-34.

Bisquerra, R. (2001) *Emotional education al welfare*. Wolters Kluwer, Barcelona, Spain.

Black, P. and Atkin, M. (2005) *Changing the subject: Innovation in Science, Mathematics and Technology Education*. OECD, London, UK.

Dos Santos, F.M.T. and Mortimer, E.F. (2003) how emotions shape the relationship between a chemistry teacher and her high school students. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1095-1110.

Gardner, H. (1989) Educational implications of the Theory of Multiple Intelligences. *Educational Researcher*, 18(8), 4-10

Hargreaves, A. (1998) The emotions of teaching and educational change. In: A. Hargreaves, M. Lieberman, M. Fullan and D. Hopkins (Eds.), *International handbook of educational change*, 558-575. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London.

Simulación de un vertido en una plataforma petrolífera oceánica

Balaguer, L.,¹ Orbís, M. J.,² Gómis, J.,³ Aparici, V.⁴

(1): *Dep. de Biología y Geología, IES Vallecas-Magerit. Madrid*
(*balaroma@hotmail.com*)

(2): *Dep. de Biología y Geología, IES La Cañuela. Yuncos (Toledo)*
(*mjorbis@gmail.com*)

(3): *Dep. de Biología i Geologia, IES Politènic. Castelló. (pepegomis@gmail.com)*

(4): *Dep. de Biología i Geologia, IES Vilafranca. Vilafranca. Castelló*
(*Vicente.aparici@uv.es*)

RESUMEN

En este artículo se describe un modelo analógico en el que se simula de forma secuenciada los elementos de una trampa petrolífera, la instalación de una plataforma oceánica para su explotación, un accidente en los tubos de extracción que lleva a un vertido de petróleo y medidas para eliminarlo. En el trabajo ha participado profesorado del Departamento de Biología y Geología y alumnado de los distintos cursos de ESO y Bachillerato de tres Institutos. Se describen distintas alternativas para su programación en el aula y se valora de forma cualitativa su potencial didáctico.

Palabras clave

Modelos analógicos, Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, Combustibles fósiles, Vertidos de petróleo, ESO y Bachillerato.

INTRODUCCIÓN

Las analogías constituyen un recurso didáctico que facilita la comprensión de conceptos que son más abstractos para nuestro alumnado. La utilización de analogías en las aulas, a través de juegos, experimentos, dispositivos, maquetas o modelos, es frecuente, especialmente en los niveles de menor edad y en contenidos relacionados con las disciplinas de Física y Química (Fernández, González y Moreno 2003; Oliva, 2003). Raviolo y Garritz (2007), plantean la necesidad de elaborar inventarios de analogías y al igual que otros autores, proponen decálogos para el buen uso de las mismas, que prevengan la consecución de aprendizajes no significativos como cuando se contextualizan de forma errónea o se emplean sin integrarlas en el proceso de aprendizaje, o el alumnado no participa en su construcción (Aragón y otros, 1999; Oliva 2003 y 2006; Iglesias, 2010).

La utilización de analogías, y específicamente, la de modelos analógicos es también muy habitual en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra en ESO y Bachillerato. Permiten simular en un laboratorio escolar distintos fenómenos geológicos difícilmente reproducibles debido a diversos condicionantes físicos, químicos, espaciales y temporales. Contribuyen a mejorar el aprendizaje de esta disciplina y logran ir más allá del aprendizaje de conceptos aislados al incorporar aspectos procedimentales y actitudinales, especialmente cuando se programan con una metodología de planteamiento y resolución de problemas (Álvarez y García de la Torre, 1996).

El relieve (el agua, la atmósfera, rocas, etc.) y la dinámica interna de la Tierra (vulcanología, sismología, tectónica de placas, geomorfología, ciclo petrológico), son los contenidos curriculares de Geología en los que con más frecuencia se han diseñado actividades basadas en la construcción y la aplicación didáctica de modelos analógicos (Álvarez y García de la Torre, 1996; Nebot, 2007; Murcia y Crespo-Blanc, 2008, King y otros 2009 y Ramón-Sala y Brusi, 2015). El modelo analógico que planteamos aquí se incluye en el bloque de contenidos sobre recursos y medio ambiente. Simula, basándose en conceptos físicos básicos, la localización y extracción de gas y petróleo en yacimientos situados en cuencas marinas, los impactos que se generan en la hidrosfera tras un vertido de petróleo y las medidas que existen para eliminarlo. En su diseño y construcción se ha priorizado la participación del alumnado que coordinado por el profesorado ha solucionado problemas técnicos o proyectado mejoras en su funcionamiento. Respecto a su programación didáctica se han ensayado distintas alternativas, valorándolas de forma cualitativa y se ha contextualizado teniendo en cuenta algunos ejemplos clásicos de la casuística de catástrofes petroleras y especialmente en las recientes campañas de prospección de yacimientos petrolíferos llevadas a cabo en Canarias, y las que se iban a realizar en otras localizaciones potenciales en el mediterráneo.

DESCRIPCIÓN DEL MODELO ANALÓGICO.

Material (figura 1)

Reactivos y colorantes: sudán IV, tinta azul, alcohol de 96° de uso doméstico, aceite y agua corriente. Material de vidrio: varillas de agitación, desecador, vidrios de reloj, matraces y vasos de precipitados o recipientes alternativos. Varios: grava o fragmentos de rocas, arena, conchas, parafilm o film transparente de uso en cocina, pajitas, alambre, velas, mechero o cerillas, espátula o una cuchara, pinzas, tijeras, bayetas, papel de cocina, papel de filtro y calefactor o mechero bunsen.

Procedimiento

Simulación de una trampa petrolífera oceánica:

El petróleo se simula añadiendo una pizca de sudán IV al aceite, por ejemplo, a 100ml. Tras agitar, seguir añadiendo más colorante hasta conseguir ennegrecerlo. Se retira la tapa del desecador. En su interior se diferencian dos cámaras separadas por una plataforma o disco agujereado extraíble y en el que se deposita el material a desecar. La cámara inferior es más pequeña y es el lugar donde se introduce el agente desecante y será el espacio en donde se simulará la trampa petrolífera. La cámara superior de mayor capacidad será el océano y el disco, el fondo marino. En primer lugar, se colocan en la cámara inferior tres o cuatro fragmentos de rocas o grava como representantes de la roca porosa y a continuación se rellena con el supuesto petróleo hasta la mitad (no utilizar arena o demasiada cantidad de grava ya que adsorbe el aceite e impide su flujo hacia la superficie). El resto de espacio que queda vacío se corresponde con una bolsa de gas (Figura 2). Se envuelve el disco con parafilm sin que queden resquicios, procurando que la superficie de plástico quede totalmente lisa por la cara inferior (en caso contrario, el aceite se introduce entre las capas y queda ahí retenido sin aflorar a la superficie). Se sitúa el disco en el interior del desecador y se sella completamente con cera el espacio que queda entre éste y la ranura sobre la que se apoya (se pueden utilizar otros materiales como silicona o plastilina). Esta operación se puede hacer gota a gota con una vela o se puede agilizar fundiendo previamente la vela en un vaso de precipitados con el calefactor o con un mechero bunsen. Si se elige este último procedimiento es aconsejable fijar el disco previamente con una capa de cera mediante el procedimiento de gota a gota, para

evitar que parte de la cera penetre en la cámara inferior (Figura 3). Se cubre el conjunto con una delgada capa de arena y se depositan algunas conchas. Se colorea agua corriente de azul muy pálido para simular el agua marina, para ello, añadir por ejemplo a medio litro de agua una gota de tinta y agitar. Se rellena la cámara superior con dos o tres dedos de agua corriente teñida y se comprueba que no se produce ninguna fuga hacia la cámara inferior. En caso contrario, vaciar y volver a sellar. Se añade agua teñida hasta el borde del desecador y con ello, queda montado el modelo de océano con una trampa petrolífera en su subsuelo (Figura 4).



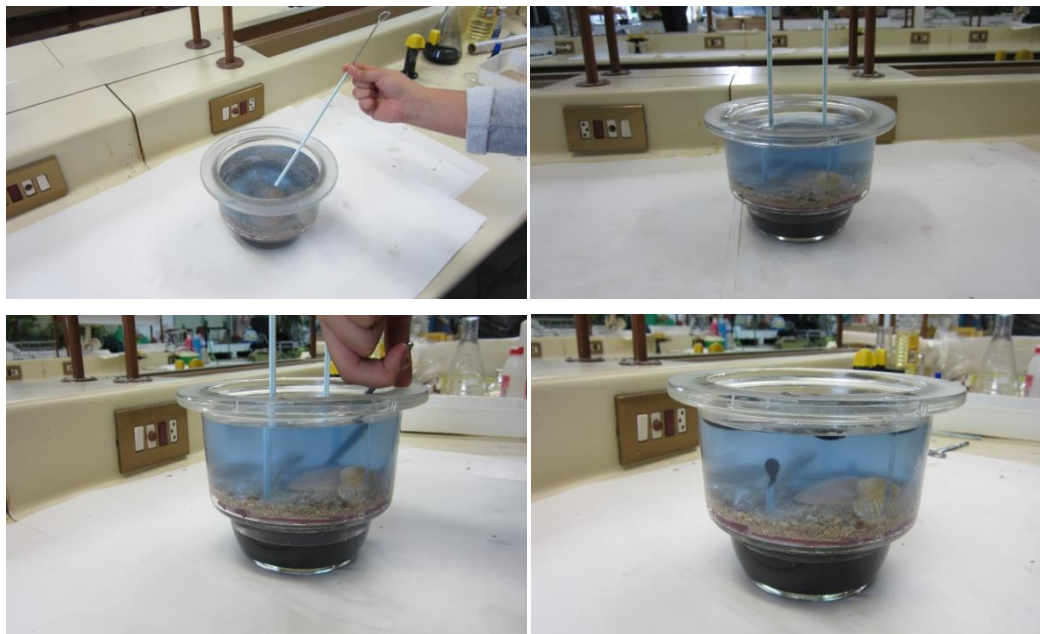
(De izquierda a derecha y de arriba abajo)

Figura 1: material utilizado en las distintas simulaciones. Figura 2: añadido del petróleo simulado con aceite y sudán IV. Figura 3: sellado con cera del disco del desecador, previamente envuelto con parafilm. Figura 4: el modelo de océano con trampa petrolífera y una bolsa de gas subyacente.

Simulación de la instalación de una plataforma petrolífera y de un vertido de petróleo.

Localizada la trampa petrolífera en nuestro modelo de océano, pasamos a simular la construcción de una plataforma para la prospección y/o extracción de los yacimientos de gas y de petróleo. Nuestra plataforma petrolífera consta de dos tubos de extracción. Introducimos el alambre por el interior de una pajita fina para absorber (no utilizar pajitas gruesas) (Figura 5). Taladramos el disco del desecador por uno de sus agujeros, insertando la pajita en la cámara inferior hasta el fondo, a modo de tubo extractor con objeto de extraer el crudo, retirando a continuación el alambre. Introducimos la segunda pajita de la misma forma, pero ésta debe quedar justo por debajo del disco, por encima de la superficie del petróleo dado que se corresponde con el tubo de extracción del gas (al introducir y situar las pajitas no desplazarlas lateralmente, se puede desgarrar el plástico, comprobando que no se producen fugas y que las pajitas se encuentren bien situadas en la cámara inferior) (Figura 6). De forma opcional, se recortan los extremos de las pajitas que sobresalen del océano, siempre por encima de la superficie marina y se anclan en un disco de corcho, representando así una plataforma petrolífera en plena extracción del crudo y del gas. Se simula un accidente en la plataforma, por ejemplo, un terremoto que ocasiona la rotura de los tubos de extracción. Se corta con unas tijeras la pajita que extrae

el petróleo a dos dedos del fondo marino y de forma instantánea el agua penetra en la cámara inferior (Figura 7). Justo en ese momento se debe cortar la otra pajita a la misma altura y bruscamente el gas burbujea hacia la superficie. Al cabo de unos segundos, el petróleo empujado por el agua y una vez que alcanza la segunda pajita, empieza a emerger, gota a gota desde el fondo marino hacia la superficie, extendiéndose por ella hasta cubrirla en su totalidad, en unos minutos. (Figura 8 y Figura 9).

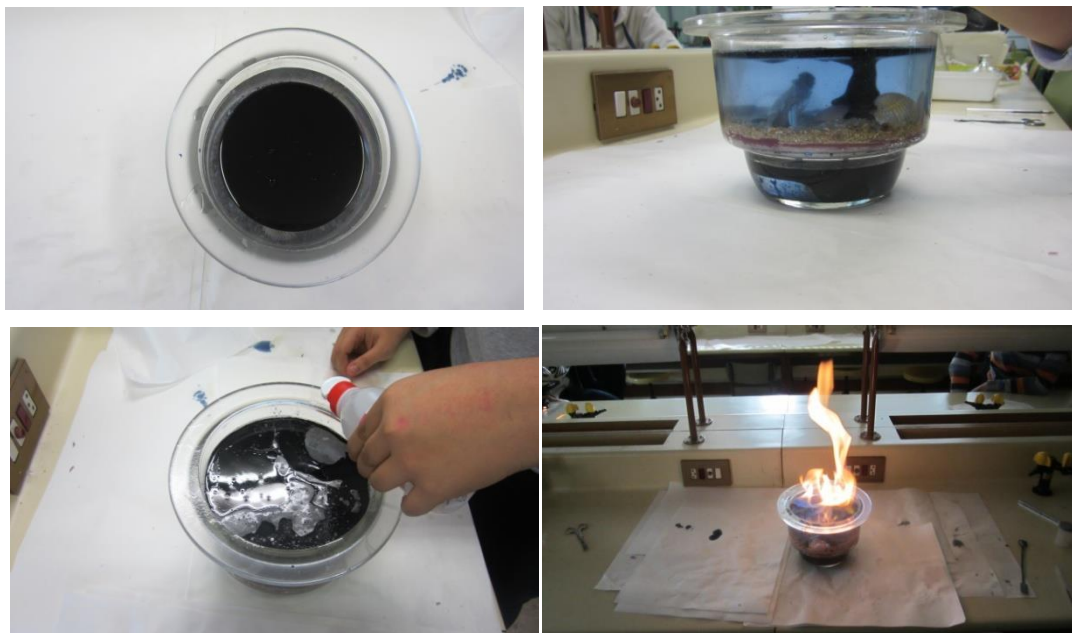


(De izquierda a derecha y de arriba abajo)

Figura 5: el sistema de perforación de la plataforma petrolífera. Figura 6: instalada la plataforma petrolífera con uno de los tubos que muestra o extrae el petróleo y el otro el gas.. Figura 7: simulación de la rotura de los tubos de extracción. Figura 8: flujo del petróleo hacia la superficie marina tras el accidente.

Simulación de medidas de eliminación del vertido de petróleo.

A continuación se intenta eliminar el vertido de petróleo que se ha producido, reproduciendo algunas de las medidas que se suelen llevar a cabo (Figura 9). La adición de arena a la superficie simula, claramente, la utilización de agentes de hundimiento (Figura 10). Mediante cucharas, papel de cocina o bayetas, simulamos medidas de contención y recogida del crudo. Esta operación hay que seguir realizándola hasta que quede una fina capa de petróleo. A continuación, procedemos a la dispersión del vertido, utilizando como agente emulsionante el alcohol de 96°, ya sea pulverizando sobre la mancha o haciéndolo resbalar suavemente sobre las paredes del desecador, formando un capa uniforme sobre el petróleo (al añadir el alcohol, nunca hacerlo a chorro directamente sobre la superficie, se disuelve en agua y lo que nos interesa es formar una capa de alcohol sobre el aceite (Figura 11). Por último, se simula la combustión del vertido quemando el alcohol (Figura 12). Se deben tomar precauciones, apartando al alumnado del modelo y apagándolo pronto ya que el cristal del desecador puede romperse. Para apagarlo, simplemente tapar el desecador con su tapa correspondiente.



(De izquierda a derecha y de arriba abajo)

Figura 9: el vertido del petróleo ocupa buena parte de la superficie marina. Figura 10: agentes de hundimiento del crudo (arena). Figura 11: adición de alcohol, efecto emulsionante. Figura 12: eliminación del vertido mediante su combustión

RECORRIDO DIDÁCTICO DEL MODELO

En este trabajo ha participado profesorado del Departamento de Biología y Geología de tres Institutos: IES Vallecas-Magerit (Madrid); IES La Cañuela (Yuncos, Toledo) y el IES Politécnico (Castelló), y alumnado de distintos cursos de secundaria y bachillerato. El diseño del modelo se llevó a cabo en el IES de Madrid. Los primeros ensayos didácticos se programaron en un taller medioambiental organizado y presentado por el alumnado de 1º de Bachillerato (que cursaba la materia extinta de CMC) al alumnado de 1º de ESO. Dado que los resultados eran inconstantes y en ocasiones no se lograba simular el vertido, se decidió enviar el modelo a otros dos IES con el objeto de comprobar su reproducibilidad y de explorar y valorar alternativas en su programación didáctica, tal como posteriormente se describen. El modelo seguía fallando y de nuevo el vertido no se reproducía en todas las ocasiones. Se propuso al alumnado de 4º de ESO de Madrid que cursaba la materia de Biología y Geología solucionar los problemas técnicos e intentar estandarizarlo. Su trabajo durante cuatro sesiones lectivas y algunos recreos, coordinados por el profesor, se resume en el formato final del modelo analógico descrito en este artículo y en las recomendaciones que se incluyen entre paréntesis para evitar la decepción de no ver aflorar el petróleo.

Propuestas didácticas y valoración

IES La Cañuela (Yuncos, Toledo): cuando se me propuso participar en este proyecto me planteé realizarlo con 2º ESO y utilizar el modelo como ayuda en la consecución de aprendizajes significativos; el desafío didáctico consistía en dar con la ontología adecuada para la construcción del modelo mental por parte del alumnado. Mis alumnos no obtenían brillantes resultados académicos pero les gustaba participar de manera activa, eran bastante creativos y les encantaba buscar soluciones. En cuanto les propuse simular un vertido de petróleo se entusiasmaron y no tuvieron inconveniente en quedarse los recreos para desarrollar un modelo que nos ayudase a entender mejor la contaminación del agua

por petróleo. Se quedaron un grupo de 8 alumnos y una vez solucionados los problemas técnicos sobre todo de sellado presentamos el modelo a toda la clase explicando como lo habían realizado, sus dificultades y qué representaba cada una de sus partes. He de reconocer que el montaje fue una experiencia muy interesante a la vez que laboriosa pero en ningún momento tiraron la toalla; e incluso diseñaron una plataforma petrolífera más sofisticada que finalmente no se puso en práctica. Una vez presenta el modelo, se propuso a toda la clase elaborar un informe en el que se especificarían las consecuencias que tiene el derrame de petróleo en el agua y las medidas para eliminarlo. Se organizaron 6 grupos o comisiones de 4 o 5 miembros cada una, encargadas de profundizar en el derrame del petróleo desde distintas perspectivas. Las comisiones propuestas fueron las siguientes: Físicoquímica (encargada de estudiar y explicar al grupo qué es un contaminante, qué tipo de contaminante es el petróleo), Biológica (encargada de analizar las consecuencias sobre la flora y la fauna), Higiene y seguridad (sería los que estudiarían como eliminar el petróleo vertido en el mar), Geológica (encargada de estudiar qué es el petróleo, componentes, cómo se forma y localización), Médica (investigaría las implicaciones médicas que tienen, así como la repercusión que puede tener esto en relación con la cadena alimentaria) y Histórica y de actualidad (estudiaría distintos casos de derrame del petróleo y sus consecuencias). Posteriormente, deberían explicarlo oralmente a sus compañeros ayudados por diapositivas, murales etc. La evaluación del trabajo realizado en esta actividad se dividió en tres apartados: trabajo en general, escrito y presentación oral y para ello se utilizó una rúbrica.

En cuanto a la valoración del modelo, si tenemos en cuenta su reproducción he de decir que en un principio fue laboriosa y lo tuvimos que repetir tres veces: la primera vez tuvimos un problema de sellado y la segunda no colocamos las pajitas correctamente y no fluía el petróleo. Como solo teníamos un desecador, solo pude realizar el modelo con un grupo pequeño de alumnos por lo que esa experiencia se la perdió el resto. Pero si tenemos en cuenta la potencialidad didáctica, es un modelo simple a la comprensión científica que nos proponemos, la resistencia al cambio de un concepto por otro es menor ya que los conceptos están relacionados a contextos que les daban significación y que permite experimentar, generalizar y predecir en varios aspectos: entender la formación y localización del petróleo, qué es una plataforma petrolífera marina y cómo se extrae el petróleo, consecuencias del derrame sobre la flora y fauna, repercusión sobre la cadena alimentaria y eliminación del vertido en el mar. Pensamos que el modelo descrito ayuda a saber cómo construye el conocimiento nuestro alumnado, cuáles son sus dificultades y por tanto podemos facilitar su aprendizaje. Además, se puede completar y trabajar con otras materias como tecnología y sociales.

Respecto a la limpieza del crudo propusieron otras alternativas: Limpiarlo con esponjas hechas con nanotubos de carbono a las que se les puede agregar nano partículas de hierro, lo que facilitaría su recolección en el mar gracias a imanes. Nosotros solo pudimos hacerlo con esponjas de baño. Bombeo por aspiración mediante un dispositivo con un motor y una manguera que recogía el agua con petróleo y se recogía en otro recipiente que funcionaba a la perfección. Esparcimos turba que absorbía e impregnaba el hidrocarburo y luego lo retirábamos con cucharas.

IES Politènic (Castelló): en nuestro centro participaron dos grupos de alumnos, cada uno con un profesor coordinador. Por un lado, los 18 alumnos de 3º ESO que realizaron, en la materia Laboratorio de Biología y Geología, el modelo de trampa petrolífera (planificación del proyecto, obtención del material del laboratorio y externo, preparación del “petróleo”, aislamiento de los dos fluidos, etc.), y por otro, los 11 alumnos que cursan CTMA de 2º de bachillerato que prepararon los aspectos teóricos de toda la experiencia

(cómo se forma el petróleo, cómo es una trampa petrolífera, funcionamiento de las plantas de extracción, problemática de las prospecciones en Canarias y en la costa de Castellón, y cada una de las técnicas para combatir la marea negra) y que, en intervenciones de un minuto por alumno, fueron exponiendo durante toda la actividad al resto de participantes. Hubo peticiones de varios profesores y cursos para asistir al evento, pero por la reducida capacidad del laboratorio hubo que limitarse a los alumnos de CTMA que hacen las explicaciones y como oyentes los alumnos de 3º ESO, más cuatro profesores y otro que hace las introducciones. Intentamos en el último momento trasladar el material al salón de actos y conectar la grabación al proyector para que pudiera seguirlo en directo mucha más gente, ya que se hizo durante nuestras Jornadas Culturales. Diversos inconvenientes lo impidieron, pero entendemos que es una buena opción para facilitar su divulgación, a considerar para otra ocasión.

Preparación: planificar la actividad nos llevó unas pocas horas, mucha comunicación entre los dos profesores, pero trabajando por separado los dos grupos de alumnos que invirtieron un par de sesiones cada uno en conocer el proyecto, planificarlo, obtener información y materiales, etc.

Desarrollo: la actividad se desarrolló en unos 30 minutos, sin mayor dificultad de espacio, materiales, etc. excepto nuestro gran error, que fue usar como sustrato para el petróleo una grava que resultó ser absorbente para el aceite-petróleo, y como se preparó el día anterior, al llegar el momento no quedaba aceite libre que pudiera ascender. Explicado el error, preparamos un vasito con más aceite y Sudán, que usamos para simular el vertido que debía ocurrir al cortar las pajitas. La marea negra la combatimos bien: arena seca como agente de hundimiento; correcta absorción con cucharas y papel; para disolver el aceite usamos éter dietílico, que acaba con la untuosidad del aceite, pero no elimina el color negro del Sudan, quedaría mejor si se clarificara al menos; entre el alcohol y el éter la combustión final fue ovacionada, pero algo arriesgada. Los alumnos expusieron bien las diferentes informaciones en el momento previsto, adaptado al nivel de los oyentes, aunque se apreciaron ciertos nervios en alguno de ellos. Acordamos que podían usar la pizarra, pero no proyecciones, pues nos llevaría más tiempo del minuto que acordamos para cada intervención.

Valoración: pasamos a todos los alumnos asistentes una pequeña ficha para valorar los diferentes aspectos de la actividad y los resultados fueron muy positivos. La actividad globalmente se puntuó con una media de 9,1 sobre 10, destacando la claridad en la exposición de los alumnos y la buena documentación conseguida; alta satisfacción entre los alumnos por su trabajo (tanto en la fabricación de la trampa, como en búsqueda de información); la valoración más baja, aun siendo notable, fue para la gestión de los nervios de alguno de los alumnos. Entre las propuestas de mejora, como era de esperar, un 20 % recomendaban usar un sustrato no absorbente, y un par de respuestas sugerían usar petróleo real. Los cinco profesores asistentes, todos del departamento de Biología y Geología, coincidimos en la buena impresión general, original y clara presentación de la actividad, bien adaptada al nivel de los oyentes de 3º ESO y bien preparada por los mayores. Entendemos que los niveles escogidos son muy adecuados, pues Laboratorio de 3º ESO es ideal para planificar y construir la trampa petrolífera y en CTMA de 2º bachillerato encaja perfectamente en el temario de la asignatura, además del valor añadido de la exposición pública ante otros alumnos y profesores.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, R.M. y García de la Torre, E. (1996). Los modelos analógicos en geología: implicaciones didácticas, ejemplos relacionados con el origen de materiales terrestres. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 4(2), 133-139.

Aragón, M.M., Bonat, M., Oliva, J.M. y Mateo, J. (1999). Las analogías como recurso didáctico en la enseñanza de las ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 22, 109-115.

Fernández, J., González, B. y Moreno, T. (2003). Las analogías como modelo y como recurso en la enseñanza de las Ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 35, 82-89.

Iglesias, F. (2010). Analogías utilizadas habitualmente en la enseñanza de química básica en la ESO. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 64, 86-98

King, C., Kennett, P., Devon, E. y Sellés Martínez, J. (2009). Earthlearningidea: nuevos recursos para la enseñanza de las ciencias de la tierra en todo el mundo. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 17(1), 2-15.

Murcia López, M. I. y Crespo-Blanc, A. (2008). La formación de océanos y cadenas montañosas a partir de modelos analógicos: maquetas y nuevos materiales. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 16(2), 173-177.

Nebot Castelló, M.R. (2007). El ciclo del agua en una garrafa. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15(3), 333-340.

Oliva, J.M. (2003). Rutinas y guiones del profesorado de ciencias ante el uso de analogías como recurso de aula. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(1), 31-44.

Oliva, J.M. (2006). Actividades para la enseñanza/aprendizaje de la química a través de las analogías. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(1), 104-114.

Ramón-Sala, L. y Brusi, D. (2015). Erupciones en el laboratorio. Modelos analógicos de peligros volcánicos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 23(1), 96-106.

Raviolo, A. y Garritz, A. (2007). Uso de analogías en la enseñanza de la química: necesidad de elaborar decálogos e inventarios. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 51, 28-39.

Entrenadores de las disciplinas científicas

Branca, M., Esteban, R., Pilosu, V., Sale, V., Soletta, I.

Dipartimento di Chimica e Farmacia, Università di Sassari, Sassari branca@uniss.it

Departamento de Dca de la Ciencias Exptales y de las Matemáticas, Universidad de Extremadura, Badajoz rocio.esteban.gallego@gmail.com

Istituto d'Istruzione Superiore "M.Pagliett", Liceo Europa Unita, Porto Torres vittorio.pilosu@gmail.com

Istituto Comprensivo Sorso, Scuola Primaria "Santa Maria" viviana.sale74@gmail.com

Istituto d'Istruzione Superiore "E. Fermi", Alghero isasolet@tin.it

RESUMEN

La metodología que se describe en este trabajo se emplea en la formación continua de maestros y tiene su base metodológica en el proyecto "American Chemical Society Science Coach". En ella un grupo de profesores expertos, que funcionan como entrenadores, acompaña a maestros y profesores en la enseñanza, los tranquiliza con respecto a la exactitud del contenido científico y los hace usuarios críticos de libros de texto. El trabajo se realiza durante todo el año académico a través de reuniones mensuales, donde los entrenadores, junto con los maestros y profesores debaten. Así todos tienen la oportunidad de debatir con otros colegas y/o expertos (entrenadores) sus necesidades educativas, reflexionar y desarrollar nuevas estrategias didácticas personalizadas (por ejemplo modelos) que incorporan al currículo de Educación Primaria.

Palabras clave

Formación continua, Educación Primaria, Modelos científicos, Física y Química

INTRODUCCIÓN

En los primeros años de las carreras universitarias es fácil encontrar, incluso en estudiantes de carreras científicas, concepciones alternativas de los conceptos centrales de la ciencia. A menudo, una visión ingenua del mundo conduce a la formación de ideas preconcebidas erróneas; esto puede dar lugar a problemas en el aprendizaje de los conceptos correctos y como consecuencia, puede generar abandono o retraso escolar.

Las concepciones alternativas aparecen muy temprano (Kind, 2004); los niños en edad de guardería desarrollan ideas propias sobre el mundo; normalmente construyen interpretaciones personales que no siempre responden a un modelo correcto, y estas ideas son claves para su futuro aprendizaje. Dichas concepciones alternativas, se superponen a lo que aprenden en la escuela, y se generan por las interacciones con sus compañeros, el mundo exterior, la familia y también a través de los medios de comunicación, especialmente la televisión. Estas ideas dan lugar a la construcción de esquemas mentales en los niños que son difíciles de eliminar y remodelar, aún cuando se generan conflictos cognitivos a través de observaciones experimentales o a través de la enseñanza del maestro en el aula (Driver, Guesne y Tiberghien, 1985, Driver, Asoko, Leach, Mortimer y Scott, 1994).

La escuela debería ser capaz de “neutralizar” estos puntos de vista alternativos presentes en los niños, pero esto no es fácil, en primer lugar porque las preconcepciones erróneas pueden estar ocultas, y en segundo lugar, porque las mismas pueden estar presentes en los propios maestros, en este caso no solo no se corrigen, sino que se transmiten y refuerzan. Esto puede ocurrir especialmente cuando el docente enseña aspectos de una disciplina en la que él no ha profundizado, como es el caso de los docentes de Educación Primaria, que enseñan a niños de 6 a 12, o cuando se trata de cuestiones complejas (Barke, Hazari y Yitbarek, 2009, Vásquez, 1994).

La Educación Primaria es el momento adecuado para introducir en los niños los fundamentos de la ciencia y el método científico, apoyándolos y alentándolos a hacerse preguntas, a desarrollar y utilizar modelos, a planificar y realizar investigaciones simples y observaciones. A través de la comparación de los fenómenos, y mediante una experimentación dirigida, los niños pueden evaluar y desarrollar sus conocimientos en lugar de aceptar pasivamente las conclusiones de otros (Herrenkohl, Tasker, y White, 2011).

El modelado y el razonamiento basado en los modelos representan componentes claves del pensamiento científico. Los modelos son una parte integrante de la forma de pensar y de trabajar de la ciencia, constituyen métodos y productos, y son una herramienta importante para el aprendizaje y la enseñanza: permiten desarrollar explicaciones e interpretaciones, además de generar predicciones y descubrimientos (Gilbert, 2008). Por ello las instituciones nacionales e internacionales que se ocupan de la educación y la formación exigen, desde hace ya muchos años, que los docentes tengan una formación en modelos científicos y modelización, además de en muchos otros aspectos de la ciencia.

Un modelo científico es una idea verificable, creada por la mente humana, que representa fenómenos naturales, permitiendo analizar, describir, explicar, simular e incluso predecir, lo que sucede en el proceso que modeliza. Un buen modelo debe ser preciso y poderoso: capaz de explicar una amplia gama de fenómenos y, al mismo tiempo, ser tan simple como sea posible. Todos los modelos científicos tienen limitaciones, ninguno es capaz de explicar todos los detalles de un fenómeno, y tampoco son definitivos en el tiempo, con el avance de la ciencia y de la tecnología aparecen nuevas observaciones que entran en conflicto con las predicciones de los modelos, entonces estos modelos necesitan ser cambiados.

Los tipos de modelos son muchos: matemáticos, analógicos, físicos, conceptuales, digitales, ... y en las áreas de Física y Química son especialmente utilizados los modelos se basan en la analogía.

Estas consideraciones han llevado a un grupo docentes de Educación Primaria, Secundaria y Universidad, de la zona norte de Cerdeña, a reflexionar sobre las concepciones alternativas, el conocimiento disciplinar de los maestros y el papel de los modelos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Fruto de esta reflexión es el proyecto didáctico *Verticalizzazione*, en el cual se pretende mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de alumnos de Educación Primaria en los temas de ciencias, modificando la metodología empleada en la formación continua de los maestros en las áreas de Física y Química.

El objetivo de este trabajo es describir la metodología desarrollada, tanto con los maestros en formación continua, como con los alumnos de Educación Primaria, poniendo como ejemplo las actividades didácticas desarrolladas en el tema “El mundo está hecho de partículas”.

PROYECTO *VERTICALIZZAZIONE*

El proyecto que presentamos se desarrolla en la zona norte de Cerdeña desde 2013, y se denomina *Verticalizzazione*, nombre que refleja el flujo vertical de conocimiento científico, puesto que su desarrollo implica docentes de todos los niveles educativos (Educación Primaria, Secundaria y Universidad) en un mismo equipo de trabajo. Este proyecto surgió como una iniciativa espontánea de un grupo de profesores, y actualmente es seguido de forma asidua por unos 20 docentes pertenecientes a los tres niveles de educación. Desde su inicio, en el curso 2013/14, se formó un primer grupo de trabajo que se reúne una vez al mes, y al inicio del curso 2015/16 se ha formado un segundo grupo que funciona de la misma manera y en las mismas cuestiones que el primero.

Los objetivos generales del proyecto son:

- Desarrollar e implementar una metodología, basada en el debate entre iguales guiado por entrenadores, en la formación continua de maestros en las áreas de Física y Química
- Analizar si los modelos interpretativos de la realidad pueden ayudar a los niños de Educación Primaria a utilizar este instrumento para organizar sus conocimientos y crear así una idea coherente y correcta de los fenómenos observados

Metodología en la formación continua de maestros

La metodología empleada en la formación continua de maestros tiene su base metodológica en el proyecto "ACS Science Coach" de la American Chemical Society, en el cual se forman equipos de trabajo liderados por "profesores entrenadores" que son expertos en química, y cuya función es acompañar a los profesores de química en su docencia en Educación Secundaria, ayudándoles a planificar sus lecciones y llevar a cabo experimentos y demostraciones.

En el proyecto *Verticalizzazione* también se forman equipos de trabajo, constituidos por los maestros en activo que siguen el curso de formación continua y un *coaching team*, o grupo de entrenadores disciplinares, compuesto por un profesor universitario y dos profesores de enseñanza secundaria con una amplia experiencia en educación y con una sólida formación científica (grado y doctorado en física o grado en química), son profesores expertos en el área de Física o Química.

La función de los entrenadores disciplinares dentro del grupo de trabajo es hacer un seguimiento de los maestros a lo largo del curso escolar, acompañarlos en su proceso de enseñanza-aprendizaje, pero sin intervenir directamente en la actividad docente de los mismos. Los entrenadores hacen una revisión de los conocimientos científicos que tienen los maestros en el área de Física y de Química, para después, entre todos, desarrollar, compartir e implementar nuevas estrategias didácticas dirigidas al desarrollo de los conceptos fundamentales del pensamiento científico en los alumnos de Educación Primaria, además los entrenadores facilitan a los maestros ejemplos y modelos analógicos y digitales (Branca y Soletta, 2005; Branca y Soletta, 2014; Soletta y Branca, 2005). También les incitan a convertirse en usuarios críticos del libro de texto.

En lo relativo a la metodología utilizada, la revisión de los conocimientos científicos de los maestros, de sus habilidades (competencias y conocimientos) y de las programaciones didácticas que estos docentes utilizan, se realiza a través de debates entre iguales bajo la supervisión de los entrenadores disciplinares en el grupo de trabajo. Así los expertos acompañan al grupo en la realización de Programaciones Didácticas comunes, destinadas

a orientar a los alumnos de Educación Primaria en el aprendizaje de una correcta metodología de observación e investigación científica. Estas programaciones, que son compartidas por los diferentes maestros, se implementan de forma inmediata a su diseño, por lo tanto los maestros pueden llevar al grupo su experiencia en el aula de Educación Primaria en un plazo de tiempo corto, consiguiendo así un proceso de revisión continua de cada maestro individual en el desarrollo de sus programaciones didácticas (Fig.1).

Dado que la metodología se basa en los debates entre iguales, dirigidos por los entrenadores disciplinares, no se realiza ninguna valoración de los conocimientos previos de los maestros para intentar detectar la posible presencia de conceptos erróneos, se espera a que estos emerjan espontáneamente en los debates y entonces se analizan y se discuten.

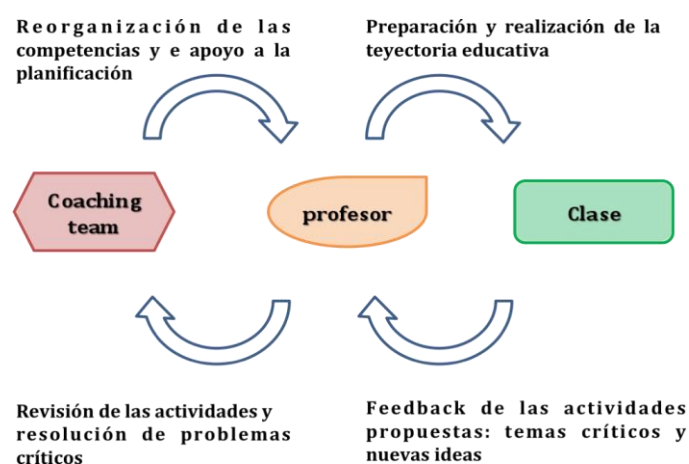


Figura 1: Esquema de la metodología desarrollada en el proyecto "Verticalizzazione"

Intervención: "El mundo está hecho de partículas"

El modelo elegido: el modelo corpuscular de la materia

La naturaleza corpuscular de la materia es una teoría científica que permite interpretar de forma correcta muchos procesos o fenómenos. Por eso se decidió investigar el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta teoría a través del tema "El mundo está hecho de partículas".

Los entrenadores plantearon a los maestros la siguiente pregunta clave: "¿Cómo se puede demostrar, de manera sencilla, que el mundo está hecho de partículas?" Ninguno de los maestros del grupo fue capaz de responder a la pregunta. El debate, generado en el grupo de trabajo a partir de esta pregunta, dejó claro que la existencia de los átomos forma parte de esa gran cantidad de conceptos que se consideran verdaderos, que se admiten sin discusión y sin la necesidad de una demostración o prueba válida. En el debate también se concluyó que algunos conocimientos básicos en realidad no tienen ninguna base experimental directa, que se acepta que "El mundo está hecho de partículas" porque hay muchas observaciones indirectas que contribuyen a confiar en la validez de esta hipótesis. Por ejemplo el crecimiento de los cristales, la evaporación de líquidos, los movimientos brownianos... Y a partir del debate también se originó la conciencia de que cuando se realizan observaciones de la naturaleza es necesario proporcionar a los niños un modelo sólido de interpretación.

Para evitar errores conceptuales (atribuir una estructura continua y sin espacios a la materia) que pueden surgir por la percepción sensorial de la estructura de la materia, e iniciar a los alumnos en una concepción corpuscular de la materia, se propusieron experimentos, en principio, sólo con fenómenos de tipo físicos, en los que las sustancias (y por tanto las partículas de las que están compuestas) conservan su identidad. De esta manera los estudiantes pudieron participar en la construcción de un modelo simple, en el que no hay implicados átomos o moléculas, sólo partículas. Los experimentos sirvieron para confirmar que el modelo propuesto es válido, ya que si muchas experiencias reiteran que el modelo es sólido, entonces dicho modelo se confirma como válido.

Para satisfacer la necesidad de los maestros de ofrecer apoyo en el proceso de conceptualización se han realizado por el “equipo de entrenadores” algunos modelos analógicos y digitales que simulan el comportamiento de las partículas.

Programación didáctica en Educación Primaria

La programación didáctica propuesta tiene como objetivo introducir los conceptos científicos de la naturaleza corpuscular de la materia y de fuerza de cohesión en niños de tercer curso de Educación Primaria (8 años), para ello se parte de un supuesto o hipótesis sobre la composición de la materia, según la cual los cuerpos están formados por unidades llamadas partículas que tienen las siguientes propiedades:

- una partícula no puede ser dividida
- una partícula no puede cambiar de forma
- una partícula es siempre del mismo tamaño
- una partícula siempre tiene la misma cantidad de la materia

Estas cuatro propiedades constituyen la base del modelo de la materia propuesto, en el cual el comportamiento colectivo de las partículas está determinado por dos tipos opuestos de interacción: Por un lado la tendencia a la cohesión que empuja a las partículas a agregarse, y por otro la agitación térmica, que tiende a mantenerlas alejadas en la lucha contra la tendencia a la cohesión y aumentando el “espacio operativo” de cada partícula en todas las direcciones.

Por lo tanto, según el modelo, una partícula es un “objeto mental» con determinadas propiedades. Y mediante el uso de estas propiedades se pueden interpretar los fenómenos naturales que observamos:

El conjunto de fenómenos que este modelo es capaz de interpretar comprende:

- propiedades macroscópicas de los estados físicos de la materia (sólidos, líquidos y gases)
- cambios de estado
- ciertos fenómenos asociados con la dilatación, la compresión y la disolución asociados también con los aspectos térmicos

La programación didáctica se desarrolla a través de una serie de unidades de trabajo inspiradas en lo que propone la Unidad Educativa de la American Chemical Society en el programa “Middle school Chemistry”, y se utilizan algunos de los recursos multimedia de apoyo que están presentes en la página web <http://www.middle-school-chemistry.com>.

Estas unidades de trabajo se construyen alrededor de la observación experimental y se desarrollan a través de diferentes etapas:

- verificación de los conocimientos previos (cuestionarios, debates de grupo...)
- presentación del modelo interpretativo

- realización de la secuencia experimental
- interpretación de las observaciones basadas en el modelo
- comprobación de la adquisición del modelo propuesto a través de la correcta interpretación de los fenómenos nuevos

Así, la metodología utilizada es conocer las ideas previas de los alumnos a través de las representaciones gráficas que ellos hacen de situaciones reales, debatir sobre los dibujos realizados para consensuar cuál o cuáles se acercan más a la realidad y finalmente, realizar actividades experimentales para demostrar los conceptos consensuados en la discusión dirigida.

Evaluación de conocimientos previos en alumnos de Educación Primaria

En primer lugar, a través de un debate en el aula de tercer curso de Educación Primaria, se comprueba que la mayoría de los niños muestran poseer la información de que la materia está formada por "cosas" llamadas moléculas y átomos, y que éstos están representados por las fórmulas, entre las cuales, la más conocida, y a veces la única, es la del agua (H_2O).

Posteriormente se pide a los niños que dibujen en la pizarra digital una gota de agua por dentro y por fuera, para poder entender cómo ellos se imaginan la estructura microscópica de la materia. Los dibujos realizados se muestran en la figura 2A. La mayoría de los niños representó la gota con "bolitas" en el interior para representar que la materia está formada por "cosas pequeñas" (moléculas y átomos), no todos. La organización de estas "bolitas" dentro de la gota fue muy diferente en los distintos dibujos: en algunos casos simbolizaban una visión continua o estratificada. Es destacable que algunos niños han dibujado las partículas unidas a través de rayas para indicar una fuerza de atracción entre ellas.

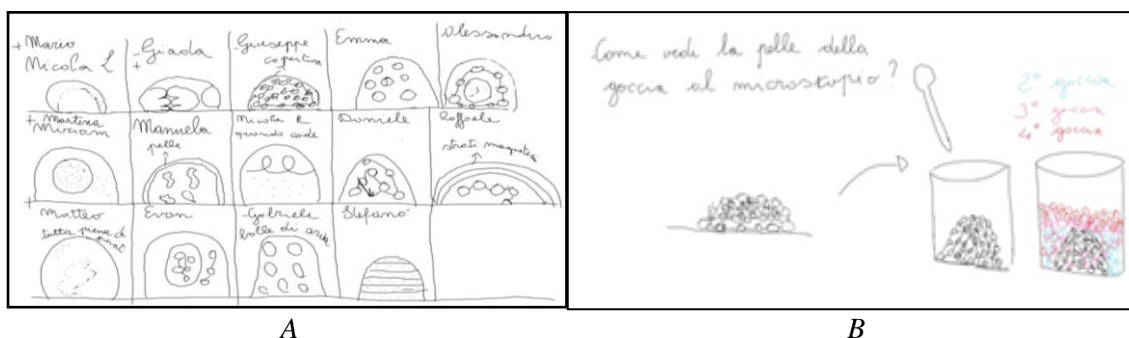


Figura 2. A) Representación de una gota de agua por niños de 8 años. B) Representación del proceso de añadir gotas de agua a un vaso de agua por niños de 8 años

Una vez finalizados los dibujos se genera una discusión dirigida, el debate es muy animado puesto que los niños explican y defienden sus propios dibujos, finalmente se llega a la conclusión de que los dibujos que mejor representan cómo es una gota de agua por dentro son tercer y cuarto dibujo de la primera fila en la figura 2A.

Actividades experimentales

Para realizar las actividades experimentales los niños se dividen en pequeños grupos de trabajo. A cada equipo se le da una hoja de papel encerado, una cuchara de plástico y agua; y se les anima a "jugar" con las gotas de agua sobre el papel. El maestro dirige el juego para que los niños intenten arrastrar gotas individuales por el papel, traten de separar gotas grandes en gotas más pequeñas, intenten acercar unas gotas a otras gotas y unir las...

Los comentarios y observaciones que los alumnos iban haciendo durante su experimentación fueron recogidos en un cuaderno de evaluación, para poder analizar cómo entienden los alumnos lo que está sucediendo.

Con esta actividad práctica todos los niños pudieron observar y comprobar por ellos mismos que si bien es fácil combinar varias gotas en una gota más grande, es difícil separar una gran gota en gotas más pequeñas. Así, este sencillo experimento permite introducir la idea de que la materia está formada por pequeñas partículas que se atraen entre ellas por una fuerza llamada fuerza de cohesión.

Entre los temas críticos surgidos en esta experiencia cabe destacar que en la transición desde un punto de vista macroscópico a uno microscópico de la gota, hay un elemento que se mantiene sin cambios, todos los niños dibujaron las gotas con una cáscara a la cual llamamos "la piel del agua". Para hacer frente a este problema, se decidió preguntar a los niños ¿que pasaría con cuatro gotas de agua que se ponen a un vaso lleno de agua? Se dieron cuenta de inmediato de que "las bolitas" (moléculas) de las cuatro gotas no están cerradas dentro de su gota por una piel, puesto que al depositarlas en el vaso de agua se mezclaban unas con otras siendo imposible diferenciarlas. Así quedó perfectamente claro que "la piel del agua que rodea la gota" se compone de las mismas partículas que forman la gota (Fig. 2B).

Verificación de la adquisición de los conceptos propuestos

Uno de los objetivos del proyecto es analizar si facilitar un modelo interpretativo de la realidad puede ayudar a los alumnos de Educación Primaria a utilizar ese instrumento para organizar sus conocimientos, y crear así una idea coherente y correcta de los fenómenos observados.

Para evaluar y comprobar este aspecto se pidió a los alumnos que dibujasen algunos objetos o sustancias conocidas, debían observarlas y después dibujarlas como las ven en realidad y como piensan que son realmente (dibujarlas a nivel macroscópico y microscópico). Casi la totalidad de la clase utilizó adecuadamente los conocimientos adquiridos mediante el modelo corpuscular de la materia; los niños consiguieron distinguir las diferencias, provocadas por la fuerza de cohesión, entre los distintos estados de la materia y lo reflejaron en los dibujos con distancias diferentes entre las bolitas de una manera razonable. En un debate posterior se llegó a un acuerdo para definir los estados de la materia: El material en estado sólido está constituido por partículas fuertemente atraídas entre ellas y no se pueden distanciar mucho unas de otras; el material en estado líquido se compone de minúsculas partículas atraídas entre ellas pero no están estrechamente vinculadas; y el material en estado gaseoso está constituido por partículas apenas atraídas entre ellas por lo que se pueden distanciar mucho unas de otras.

Otra estrategia importante para evaluar tanto la eficacia del proceso seguido como la interpretación del mundo por parte de los niños, fue poner a disposición de la clase la "Caja de dudas". La caja se utiliza para depositar en ella todas las curiosidades o dudas que surgen durante las clases de Ciencias. Por ejemplo, algunas de las dudas depositadas fueron: ¿Por qué si tengo en la mano un chocolate la mano se ensucia?, ¿por qué si tengo en la mano un trozo de hierro no se derrite como el chocolate? o ¿por qué si pongo una botella de Coca-Cola sobre el fuego explota?

Al final de de todas las unidades de trabajo de este tema, una vez que se había trabajado también la agitación térmica, se pidió a los mismos grupos de niños que dieran respuesta a algunas de las cuestiones depositadas en la "caja de las dudas" utilizando el nuevo conocimiento adquirido. Los diferentes grupos fueron capaces de debatir y elaborar una

respuesta única, completa y exhaustiva. El empleo de esta herramienta permitió que los alumnos afianzaran los conceptos introducidos de manera que se pudo continuar con los siguientes temas del currículo.

Los conocimientos adquiridos en el laboratorio de ciencias han servido a los alumnos tanto para despertar su curiosidad sobre fenómenos conocidos, que anteriormente no les habían provocado la necesidad de ser entendidos, así como para permitir interpretaciones autónomas de los fenómenos observados.

CONCLUSIONES

La experiencia de varios años basada en este enfoque, en comparación con otras experiencias previas, nos han llevado a creer que, en la formación permanente de los maestros, la metodología basada en debates entre iguales bajo la dirección de expertos disciplinares resulta ser particularmente eficaz. A diferencia de un curso normal de perfeccionamiento, donde el proceso de enseñanza-aprendizaje se realiza a través de una serie corta de conferencias o clases, esta intervención se lleva a cabo durante todo el año académico, así los docentes tienen la oportunidad de llevar ante los entrenadores expertos, y ante sus colegas, sus necesidades educativas, encontrando siempre un apoyo para el desarrollo de nuevas ideas y el diseño de una ruta de trabajo personalizado durante la realización de un itinerario educativo curricular. Las indicaciones de los entrenadores nunca son prescriptivas o previamente preparadas, sino que nacen desde las necesidades que surgen gradualmente en el desarrollo del tema elegido. El grupo de entrenadores, de hecho, hace seguimiento del grupo a lo largo del año escolar y les acompaña en la enseñanza.

BIBLIOGRAFÍA

- ACS Science Coach <http://www.acs.org/content/acs/en/education/outreach/science-coaches.html>.
- ACS Middle School Chemistry <http://www.middleschoolchemistry.com/espanol/>
- Barke, H. D., Hazari, A. y Yitbarek, S. (2009). Student's misconceptions and how to overcome them in *Misconceptions in Chemistry* (pp. 21-34) Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- Branca, M. y Soletta, I. (2014). A Physical model to help explain evaporation. *The Physics Teacher*, 52, 226-7
- Branca, M. y Soletta, I. (2005). Thermal expansion: Using calculator-based laboratory technology to observe the anomalous behavior of water. *Journal of Chemical Education*, 82(4), 613-15
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. y Scott P. (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, 23 (7), 5-12
- Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (1985). Children's ideas and the learning of science in Driver, R. et al (Eds.) *Children's Ideas in Science* (pp1-9). Open University Press. Milton Keynes. Philadelphia.
- Gilbert, J.K., (2008) Visualization: An Emergent Field of Practice and Enquiry in Science Education in Gilbert, J.K. et al (Eds.) *Visualization: Theory and Practice in Science Education* (pp 3-24). Springer
- Herrenkohl, L. R., Tasker, T., y White, B. (2011). Pedagogical practices to support classroom cultures of scientific inquiry. *Cognition and Instruction*, 29(1), 1-44

Kind, V. (2004). Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química , México,Aula XXI Santillana-Facultad de Química, UNAM.

Soletta, I. y Branca, M. (2005) The frozen lake: a physical model using Calculator-based laboratory technology. *The Physics Teacher*, 43, 214-17

Vázquez, A. (1994). El Paradigma de las Concepciones Alternativas y la formación de los Profesores de Ciencias. *Enseñanza de la Ciencias*, 12 (1), 4-14

Ideas previas sobre las abejas melíferas en un grupo de alumnos de educación infantil

Conde, M. C., Montero, B., Sánchez, J. S.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Extremadura.

cconde@unex.es

RESUMEN

Este proyecto se ha llevado a cabo con alumnos del tercer nivel del 2º ciclo de Educación Infantil. Se ha elaborado un cuestionario para saber las concepciones de los alumnos respecto al tema de las abejas. Una vez detectadas las mismas, se procede a una intervención en el aula con el fin de lograr una evolución en sus ideas. Se ha detectado una progresión en muchos aspectos que tienen que ver con lo conceptual, procedimental y actitudinal en el marco de una intervención motivadora para ellos.

Palabras clave

Educación Infantil, didáctica de las ciencias experimentales, medio natural, abejas.

OBJETIVOS

- Elaborar y aplicar un instrumento para conocer las ideas previas de los alumnos en relación a las abejas.
- Detectar posibles ideas alternativas del alumnado.
- Comparar la evolución de los resultados

MARCO TEÓRICO

Educación en la curiosidad desde las primeras etapas es todo un valor (Vega, 2012). La curiosidad, precisamente, hace que los niños/as de infantil tengan ya en su bagaje muchas ideas sobre la naturaleza y los fenómenos de la misma.

Para Cubero (1989), las ideas de los alumnos no son hechos anecdóticos, sino concepciones que perduran a lo largo del tiempo, son estables y persistentes a pesar de la enseñanza recibida. Para Pozo (2008), estas ideas le son útiles para la vida cotidiana, y por eso persisten. Por otra parte García (1998) en Martín del Pozo (2013) propone que se debe considerar el conocimiento de los alumnos como un conocimiento alternativo, el conocimiento escolar lo enriquecerá y la enseñanza de las ciencias lo facilitará.

Para Carrascosa (2005), “las ideas alternativas suponen un importante obstáculo en el aprendizaje de los conocimientos científicos”. Así, se debe producir en el alumno un conflicto cognitivo para llegar a elaborar el conocimiento científico con ayuda de estrategias cognitivas.

Pujol (2003) sugiere que “el cambio conceptual no es cambiar las concepciones alternativas de los alumnos por concepciones científicas. Se trata de que los alumnos comprendan la diferencia entre sus conocimientos y sus expresiones y los que utiliza la ciencia, y ayudarles a entender el porqué de dichas diferencias”.

Siguiendo los pasos de Martín del Pozo (2013), hay que promover el aprendizaje significativo en las aulas, comprendiendo y poniendo en práctica procesos cognitivos que van más allá de la mera repetición, ya que tienen presente los intereses de los alumnos y la motivación intrínseca de los mismos.

En este sentido la investigación sobre el cambio conceptual y las concepciones alternativas para Martín y Soto (2010) sigue siendo relevante y significativa en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

METODOLOGÍA

La intervención se ha desarrollado en el CEIP “Los Arcos” de la localidad de Malpartida de Cáceres, con alumnos del tercer nivel del 2º ciclo de Educación Infantil.

Para realizar el cuestionario pasado a los alumnos se han tenido en cuenta libros de Lafuente (1992), Ogg y Torres (2002), Rodrigo (1976), Ribalta (2005) y Thomson (1984); enciclopedias como la de DeAgostini (VV.AA.,1992); y el artículo de Valín y otros (2012).




El instrumento se compone de 20 ítems, con respuestas abiertas y cerradas, realizadas a 18 alumnos de edades comprendidas entre 5 y 6 años. Dicho cuestionario fue validado por dos profesores de didáctica de las ciencias de la UEX. Se trabajó con los alumnos en el aula ordinaria utilizando un rincón de dicha clase. Para evitar el traspaso de ideas o conocimientos de unos alumnos a otros, fue realizado de manera individual, llamando a los alumnos por orden de lista. Al mismo tiempo, el resto de los alumnos se encontraban realizando una ficha propuesta por la tutora del aula.

Como alguno de los alumnos aún no se habían soltado en la lectura, y para que el proceso se realizara de manera más llevadera, se iban leyendo las preguntas a los alumnos y anotábamos las respuestas que ellos nos proporcionaban.

A continuación se muestra el cuestionario realizado a los alumnos y alumnas, así como las dimensiones y los objetivos pertenecientes a cada una de las preguntas realizadas (ver tabla 1 y tabla 2).

DIMENSIONES		OBJETIVOS	Nº	
BIOLOGÍA	Los insectos	Clasificación de los insectos	1. Determinar si los alumnos clasifican a un insecto dentro un animal.	1
			2. Conocer si los alumnos diferencian entre un animal vertebrado e invertebrado.	2
		Anatomía	3. Averiguar si conocen las principales partes de un insecto.	3
	Las abejas	Clasificación de las abejas	4. Determinar si los alumnos clasifican las abejas dentro de los insectos.	4
		Diferencia con las avispas	5. Conocer si los alumnos saben las diferencias entre una abeja y una avispa.	5
		Anatomía	6. Determinar si los alumnos conocen algunas partes de la anatomía de la abeja.	6, 7, 8
		Vida	7. Averiguar si los alumnos conocen cuales son los tipos de abeja melífera dentro de una colmena.	9, 10
			8. Determinar si identifican la forma que tienen las celdas de un panal y de qué están hechas las mismas.	11, 12
			9. Conocer si los alumnos saben de dónde nace una abeja.	13
	Comportamiento	10. Averiguar si conocen el ruido que realizan al volar.	14	
	Comunicación	11. Determinar si saben el sistema de comunicación que utilizan las abejas.	15	
AMBIENTAL	Las abejas y el hombre	Polinización y problemática ambiental	12. Indagar si los alumnos conocen el proceso que realizan las abejas para la polinización y la importancia del mismo para la naturaleza y el hombre	16
		Extracción de la miel	13. Determinar si los alumnos saben cómo realizan la miel las abejas.	17
			14. Averiguar si saben a qué se dedica un apicultor y lo que utiliza para la extracción de la miel.	18
	Importancia en nuestras vidas	15. Conocer si las abejas son importantes para los alumnos y para nuestras vidas.	19	

Tabla 1: Dimensiones y objetivos pertenecientes a cada pregunta del cuestionario.

Nº	PREGUNTAS	RESPUESTAS		
1	¿Un insecto es un animal?	SI		NO
2	Los insectos son:	Animales vertebrados		Animales invertebrados
3	¿Qué partes tiene un insecto?			
4	¿Las abejas son insectos?	SI		NO
5	¿En qué se diferencia una abeja de una avispa?			
6	¿Las abejas tienen antenas en la cabeza?	SI		NO
7	¿Cuántos ojos tienen las abejas?	2	3	5
8	¿De qué color es una abeja?			
9	¿Cómo viven las abejas?	En colonias		De manera individual
10	¿Hay diferentes tipos de abeja dentro de una colmena?	SI		NO
	¿Los conoces?			
11	¿De qué están hechas las celdas de un panal?	De cera		De miel
12	¿Qué forma tienen las celdas de un panal?			
13	¿De dónde nace una abeja?	De un huevo		Del vientre de su mamá
14	¿Las abejas hacen ruido al volar? ¿Cuál?	SI		NO

15	¿Cómo se comunican las abejas entre ellas?	
16	¿Cómo cogen el polen de las flores?	
17	¿Cómo hacen la miel las abejas?	
18	¿Qué es un apicultor?	
19	<p>“Si las abejas desaparecieran del planeta, a la humanidad le quedarían pocos años de vida” (Albert Einstein).</p> <p>Según esta frase, ¿Podríamos vivir sin las abejas? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO ¿Por qué?</p>	

Tabla2: Cuestionario de elaboración propia pasado a los alumnos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para esta comunicación presentamos sólo algunos de los resultados extraídos en las diferentes situaciones de aprendizaje realizadas con los alumnos.

Ítem 1

¿Un insecto es un animal?

- a) Si b) No

En el cuestionario inicial 12 de 18 alumnos respondieron que un insecto sí es un animal, quedando 6 alumnos que tenían como idea previa que un insecto no es un animal.

Para resolver esta pregunta, en la intervención del aula se catalogaron a los insectos y a la abeja melífera como un animal invertebrado, comparando estos con animales vertebrados para que vieran la diferencia. Para ello se les hizo la siguiente pregunta: *¿Nosotros somos vertebrados o invertebrados?* Todos los alumnos respondieron que vertebrados. A continuación en el cuaderno de bitácora realizamos la clasificación enseñando a los alumnos fotos de diferentes animales (ver imagen 1). Vieron que una abeja, un mosquito, un saltamontes o una mosca estaban dentro del grupo de animales invertebrados.



Imagen 1: “Clasificación orientada”
(Cuaderno de bitácora, elaboración propia)

En el cuestionario final 13 de 18 alumnos respondieron que un insecto sí es un animal, quedando 5 alumnos con respuesta negativa. Podemos observar en el siguiente gráfico que la evolución conceptual del grupo fue mínima (ver gráfico 1).

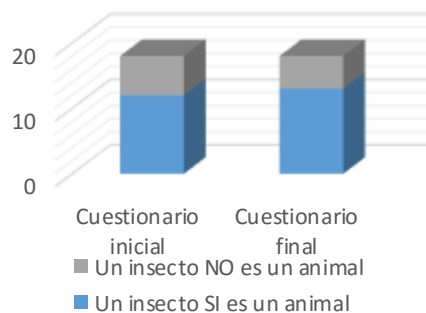


Gráfico 1. Resultado al ítem 1 del cuestionario final

Sin embargo, cuando les preguntamos si un insecto es animal vertebrado o invertebrado, 16 de 18 alumnos respondieron que son animales invertebrados. En ese momento a las dos alumnas que habían dicho que un insecto no es un animal y se catalogan dentro de los vertebrados, se les preguntó el porqué de su respuesta. Una de ellas nos dijo *porque un insecto es un insecto*, es decir, no había interiorizado que un insecto se encuentra dentro del grupo de los animales; por el contrario, la otra alumna respondió *porque un insecto vuela y un animal va a cuatro patas*.

Investigando esta última respuesta, comprobamos que ya Bell en 1981, “comprobó que los niños/as tienen un concepto de animal restringido a los mamíferos terrestres. Afirma que todas esas concepciones están influenciadas por el significado que en el ámbito cotidiano se atribuye a la palabra animal, asociado a los grandes mamíferos terrestres, como los que puede haber en una granja, en un zoo o en una casa”.

Se requeriría ver el porqué de esas ideas alternativas viendo la parte psicológica del alumno, ya que como señalan Martín y Soto (2010) puede haberse tratado además de una “deficiente visión psicológica por parte del aprendiz”.

Ítem 2

¿En qué se diferencia una abeja de una avispa?

Como observamos en el siguiente gráfico de ideas previas (ver gráfico 2), un 39% del alumnado no supieron responder a dicha pregunta y un 17% de los alumnos opinaron que las abejas y las avispas no se diferencian en nada. En cambio vemos que un pequeño porcentaje del alumnado optó porque la abeja da miel y que el abdomen de esta es más gordo que el de la avispa, estando bastante acertados en sus respuestas.



Gráfico 2. Resultado al ítem 2 del cuestionario inicial.

Previamente a este ejercicio estuvimos conociendo las partes que tiene el cuerpo de un insecto, para adquirir vocabulario y aprender la anatomía de dicho insecto.

En la presente actividad, se plasmaron dos imágenes que contenían una abeja y una avispa, de perfil, de espaldas y el aguijón de cada una de ellas (ver imagen 2). Se trataba de que los alumnos encontrasen las diferencias que veían entre ambos insectos y las plasmaran en el cuaderno de bitácora.



Imagen 2: "Encontramos las diferencias"

(Cuaderno de bitácora)

En el siguiente gráfico se pueden observar las respuestas obtenidas en el cuestionario final (ver gráfico 3).

Observamos que únicamente 2/18 alumnos no saben en qué se diferencian una abeja de una avispa, y solo 1 alumno propone que son iguales, percibiendo que el porcentaje de ambas respuestas ha disminuido en comparación con el gráfico anterior, lo que da paso a otras respuestas más demostrativas. Vemos que estas respuestas son mucho más centradas en pequeños detalles de la anatomía de ambos animales, como puede ser el pelo del cuerpo, el color y los detalles del abdomen, la forma de los aguijones, el tamaño del cuerpo y de las patas, llegando incluso a utilizar vocabulario específico como la palabra abdomen.

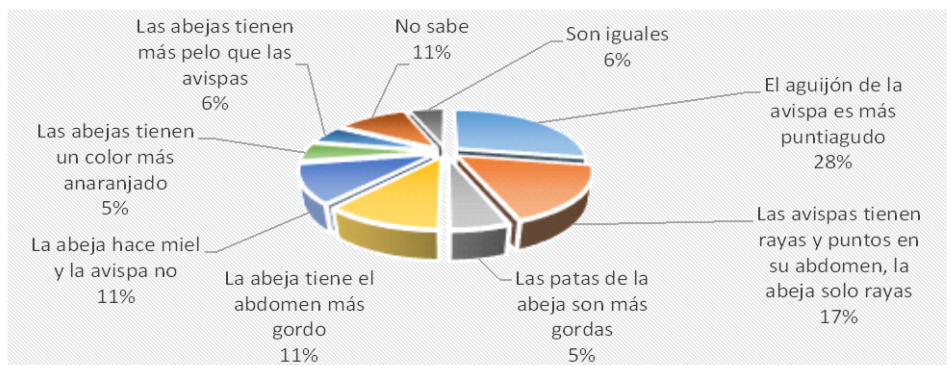


Gráfico 3. Resultado al ítem 2 del cuestionario final.

Si comparamos este ítem con el anterior, vemos que el progreso que realizan los alumnos es mayor en esta actividad. Podemos pensar que esta actividad ha sido más visible y motivadora para los alumnos, dando a paso a la interiorización mayor de estos conceptos.

Pozo (1996) propone que "las concepciones espontáneas se formarían en el intento de dar significado a las actividades cotidianas, basándose en el uso de procesos sensoriales y perceptivos".

Como podemos observar en el gráfico 3, queda un 17% de alumnos que no han interiorizado ninguna diferencia entre una abeja y una avispa. Al igual que en el ítem 1, puede deberse al nivel de desarrollo madurativo que posee el alumno.

Ítem 3

¿Qué forma tienen las celdas de un panal?

- a) b) c)

En el cuestionario inicial 9 de 18 alumnos señalaron que las celdas de un panal son hexagonales, 1 alumno eligió la segunda respuesta, quedando así, 8 de 18 alumnos que eligieron la forma circular para las celdas de un panal.

Para esta actividad, se llevó al aula un fragmento de panal seco cogido del campo, el cual fueron manipulando y observando su forma y textura (ver imagen 3 y 4). Una vez que todos los alumnos habían tocado el panal, se dibujó en la pizarra las tres formas expuestas en la pregunta con el objetivo de elegir la forma hexagonal, preguntando a los alumnos cual pensaban que era la forma correcta de las celdas de un panal.



Imagen 3:
"Fragmento de panal"

Las respuestas del cuestionario final recogidas en el siguiente gráfico (ver gráfico 4), podemos observar que el 99% de los alumnos, es decir 17 de 18 alumnos, han interiorizado este concepto. El alumno restante eligió la forma circular, siendo la que más se asemeja a la forma hexagonal.



Imagen 4:
"Observación del panal"

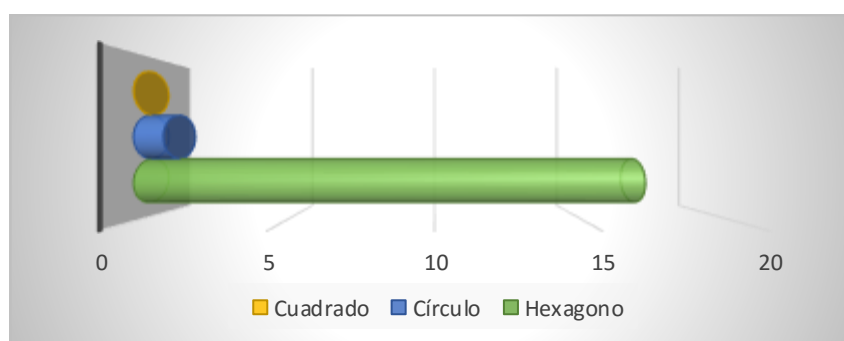


Gráfico 4. Resultado al ítem 3 del cuestionario final

Ítem 4

“Si las abejas desaparecieran del planeta, a la humanidad le quedarían pocos años de vida”. (Albert Einstein).

Según esta frase, ¿Podríamos vivir sin las abejas? SI NO ¿Por qué?

En esta pregunta, tanto en el cuestionario inicial como en el final, todos los alumnos respondieron que no podemos vivir sin las abejas ya que son muy importantes.

En el cuestionario inicial, al preguntarles el porqué de esa respuesta, todos los alumnos hacían referencia a que si no hay abejas en el mundo no tenemos miel, porque ellas son las que nos hacen la miel.

Se planteó una actividad en la que se les daba a conocer el proceso de polinización. Esta se realizó en forma de juego, en la cual, los alumnos se convertían en abejas y tenían que transportar el polen de una flor a otra para que con el paso del tiempo naciera una flor nueva. Sin embargo un agricultor había echado un insecticida a sus plantas para matar a “los bichitos perjudiciales para el hombre” de manera que cuando las abejas se posaban y chupaban el néctar de las flores o cogían el polen, caían malas. Con esto se pretendía que los alumnos vieran que los pesticidas son perjudiciales para las abejas y los insectos que realizan la polinización, y que sin abejas no se produce ese fenómeno que da lugar a nuevas plantas.

Observando el cuestionario final, vemos que al preguntarles de nuevo por qué son importantes las abejas, 15 de 18 alumnos nos vuelven a responder que nos dan la miel. Sin embargo, 3 de los alumnos van un paso más allá en su respuesta. Una alumna responde que *son importantes porque trabajan y nos dan miel*; otro alumno aborda que *son importantes porque nos dan miel y hacen el proceso "del polen"*; y finalmente la tercera alumna nos responde que *son importantes porque nos dan miel, cera y polen*.

Como conclusión a este ítem, podemos observar que hay alumnos que han evolucionado con respecto a sus ideas principales, dando respuestas muy sorprendentes como las mencionadas en el párrafo anterior. Sin embargo, al proceso de polinización y a la problemática actual de las abejas, no basta solo con una actividad, sino que requiere más tiempo para que todos los alumnos interioricen el proceso de polinización y vean este, como un contexto más importante que el poder darnos miel. Para este caso, una secuencia más constructivista dentro del planteamiento de una investigación escolar a partir de preguntas problema tal y como plantean Rivero y otros (2013) pensamos que la evolución conceptual sería mayor.

ALGUNAS REFLEXIONES A MODO DE CONCLUSIÓN

Llegados a este punto, decir que se han cumplido todos los objetivos abordados en el proyecto, adecuando los contenidos trabajados al nivel de los alumnos. Se ha elaborado y aplicado un cuestionario para detectar las ideas previas de los alumnos. Con dicho instrumento hemos conocido sus concepciones y experiencias vividas en relación a las abejas, y finalmente, se han comparado ambos cuestionarios para ver la evolución conceptual en los alumnos.

En este artículo solo se han analizado 6 de los 20 ítems que se han propuesto para el instrumento de evaluación, sin embargo nos gustaría resaltar que ha habido un gran desarrollo progresivo de las concepciones en general por parte de los alumnos, es decir, en cada situación de aprendizaje íbamos percibiendo su evolución conceptual con respecto a las actividades ya realizadas

BIBLIOGRAFÍA

- Bell, B.F. (1981). When is an animal, not an animal?. *Journal of Biological Education*, 15, 213-218.
- Cubero, R. (1989). *Cómo trabajar con las ideas de los alumnos*. Sevilla: Diada.
- García, J.E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Diada.
- Lafuente, M.A. (1992). *Los animales hablan*. Zaragoza: Edelvives.
- Martín del Pozo, R. (coord.) (2013). *Las ideas "científicas" de los alumnos y alumnas de primaria: tareas, dibujos y textos*. Madrid: Universidad Complutense.
- Martín, N. y Soto, C. (2012). Evaluación de la investigación sobre cambio conceptual y concepciones alternativas. Una aproximación al estado actual de didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 78-92.
- Ogg, L. y Torres, A. (2002). *El mundo de los animales*. León: Everest.
- Pozo, J.I. (2008) *Aprendices y maestros: La psicología cognitiva del aprendizaje*. Madrid: Alianza psicología.

- Pujol, R.M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la Educación Primaria*. España: Cidesi Educación.
- Ribalta, I. (2005). *Insectos y arácnidos*. Barcelona: Blume.
- Rivero, A., Fernández, J. y Rodríguez, F. (2013), ¿Para qué sirven las setas? Diseño de una unidad didáctica en biología para aprender investigando. *Alambique*, 74, 38-48
- Rodrigo, M.L. (1976). *La vida de los insectos*. Madrid: Espasa-Calpe, S.A.
- Sanmartí, N. (2002). El diseño de unidades didácticas. En J. Perales y P. Cañal (Dir.), *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Marfil. (p. 258).
- Valín, A., Moledo, L., López Maceiras, M. y García-Rodeja, I. (2012). Un proyecto de ciencias en el aula de infantil: las abejas. *Actas XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Santiago de Compostela*, 787-794.
- Vega, S. (2012). *Ciencia 3-6. Laboratorios de ciencias en la escuela infantil*. Barcelona: Graó.
- VV.AA. (1992). *Gran enciclopedia escolar*. (1, pp. 1-248). Barcelona: DeAgostini.
- VV.AA. (1992). *Gran enciclopedia escolar*. (3, pp. 499-748). Barcelona: DeAgostini.

Métodos de enseñanza activos aplicados a las ciencias experimentales en el contexto de la enseñanza universitaria a distancia

González-Gómez, D.,¹ Gallego-Picó, A.,² Bravo, J. C.,² Garcinuño, R. M.,² García-Áviles, J.,³ Muñoz, P. J.,⁴ Fernández, P.,² Morcillo, M. J.,² Durand, J. S.²

¹*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Extremadura.* ²*Departamento de Ciencias Analíticas, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Educación a Distancia.* ³*Departamento de Ecología, Facultad de Biología. Universidad Complutense de Madrid.* ⁴*Centro Asociado de la UNED Lorenzo Luzuriaga.*
dggomez@unex.es

RESUMEN

La adaptación al Espacio Europeo de Enseñanza Superior supuso la búsqueda de nuevas herramientas de enseñanza-aprendizaje destinadas a desarrollar las competencias genéricas y específicas de los estudiantes. En el caso de la Educación a Distancia, estas estrategias debían considerar el alejamiento físico entre estudiantes y profesores, y en el caso de la UNED, también la gran heterogeneidad de sus estudiantes. Este trabajo se ha marcado como objetivo implantar y evaluar métodos de enseñanza activos desarrollados en un contexto de Educación a Distancia mediante estrategias y recursos diseñados para favorecer la conexión del estudiante con la realidad, mediante situaciones cercanas al desarrollo de la profesión, aumentando la motivación en el aprendizaje, la participación en las aulas virtuales y la colaboración. Los resultados académicos de los estudiantes, así como su satisfacción a la hora de valorar la experiencia avalan la metodología seguida y recursos utilizados en el ámbito de la Enseñanza a Distancia.

Palabras clave

Educación a distancia; Aprendizaje basado en problemas; Estudio de casos

1. INTRODUCCIÓN

El modelo metodológico del Espacio Europeo de Enseñanza Superior, sobre el que se fundamenta los nuevos grados, sitúa al desarrollo de competencias como elemento central de la planificación metodológica, es decir, los métodos de enseñanza y las estrategias de evaluación deben orientarse en función de los aprendizajes que se espera que el estudiante obtenga (González-Gómez et al. 2015).

La enseñanza antes centrada en la actividad del profesor ahora se orienta en la actividad del estudiante. Así que una vez establecidas las competencias que queremos que el estudiante consiga, se deberá definir, diseñar e implementar las actividades y experiencias que deberá realizar para alcanzar los objetivos de aprendizaje fijados (De Miguel Díez et al. 2006). Acomodando por tanto el aprendizaje, no sólo a la adquisición de conocimientos, habilidades y destrezas, también al desarrollo de aptitudes y valores, competencias específicas y genéricas, ambas categorías ligadas en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Para ello, hay que proponer métodos de enseñanza adaptados y en función de los tipos de competencias a desarrollar por el estudiante, considerando como método de enseñanza los distintos escenarios posibles donde tiene lugar las actividades a realizar por el profesorado y el estudiante a lo largo del curso (Delgado García et al. 2005). En la Enseñanza a Distancia, el alejamiento físico entre estudiantes y profesores y la heterogeneidad de los perfiles de los estudiantes que acceden a los grados, dificultan la relación profesor-estudiante y el trabajo colaborativo entre los estudiantes (Gallego Picó et al. 2014) por lo que este aspecto deberá ser considerado.

En este estudio se han propuesto como métodos de enseñanza el estudio de casos, la resolución de problemas y el aprendizaje basado en problemas (ABP), para que el estudiante adquiera con éxito las competencias específicas y genéricas requeridas.

El análisis de los resultados de aprendizaje se realizará mediante encuestas a los estudiantes, datos objetivos de calificaciones, respuestas en foros, encuestas oficiales y otros datos disponibles. De esta forma, se evaluará la percepción de la utilidad de la nueva metodología, el rendimiento académico, y también el aprendizaje percibido por el estudiante y la satisfacción obtenida en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El seguimiento del aprendizaje del estudiante se llevará a cabo mediante un portfolio personalizado (Dysthe, Engelsen & Lima, 2007).

2. MARCO TEÓRICO

La metodología de estudios de caso, se fundamenta en el análisis profundo de ejemplos tomados de la realidad, de tal forma que se relaciona teoría y práctica en un proceso reflexivo que se convertirá en un aprendizaje significativo, al tener que resolver cómo los expertos el problema planteado. Se comprende e interpreta el caso, se toman decisiones, y se generan soluciones, provocando un aprendizaje activo (Foran, 2001). Por otro lado, en la metodología de resolución de problemas se considera que la aplicación práctica de los conocimientos despierta y aumenta el interés del estudiante al observar las posibles aplicaciones prácticas de sus conocimientos. Finalmente, en el aprendizaje basado en problemas (ABP) el punto de partida es la presentación de un problema por parte del profesor y que el estudiante deberá solucionar, identificando sus necesidades de aprendizaje. El estudiante deberá recoger información, complementar sus conocimientos y habilidades previas y reelaborar sus propias ideas. Además tendrá que implicarse en la argumentación y la presentación de la información y resultados obtenidos (Rhem, 1998).

3. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es evaluar los métodos de enseñanza activos que favorezcan la capacidad para el análisis en profundidad de los temas específicos, el entrenamiento en la resolución de problemas y casos reales, con los que el estudiante pueda conectar con la realidad y en situaciones cercanas al desarrollo de la profesión, aumentado así la motivación en el aprendizaje y la colaboración con otros estudiantes. Este trabajo se centra en los resultados obtenidos en tres asignaturas de Grado, dos del Grado en Química (Tratamiento de Muestra y Análisis de Datos, Métodos de Separación en Química Analítica) y una del Grado en Ciencias Ambientales (Contaminación Atmosférica). También se incluye una asignatura del Máster Universitario en Ciencia y Tecnología Química (Química y Análisis de los Alimentos). Todos ellos, dentro de los estudios reglados impartidos en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).

4. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

Las asignaturas elegidas para el desarrollo de esta investigación son dos asignaturas del Grado en Química: Métodos de Separación en Química Analítica y Tratamiento de Muestras y Análisis de Datos. Ambas asignaturas son de 4º curso y se imparten en el primer semestre. Métodos de Separación es una asignatura obligatoria de 5 ECTS con 65 estudiantes matriculados. La otra asignatura es optativa también con 5 ECTS y en este curso contaba 21 estudiantes matriculados. También se ha elegido una asignatura de otro Grado, el Grado en Ciencias Ambientales: Contaminación Atmosférica. En este caso, la asignatura se imparte en el segundo semestre, siendo una asignatura obligatoria de 5 ECTS. En esta asignatura el número de estudiantes matriculados fue de 249. Por otra parte, también se ha seleccionado la asignatura del Máster Universitario en Ciencia y Tecnología Química, Química y Análisis de los Alimentos, para este proyecto. Esta asignatura es una asignatura del primer cuatrimestre de 6 ECTS de la especialidad de Química Analítica. El número de los estudiantes matriculados fue de 56. Todas las asignaturas se enmarcan en el área de las Ciencias Experimentales y tienen un alto componente teórico-práctico.

Las modalidades de enseñanza elegidas para implementar en las tres asignaturas de Grado (en Química y en Ciencias Ambientales) son el estudio de casos, ligado a la resolución de problemas. En la asignatura del Máster, se sigue una metodología de aprendizaje basado en problemas.

La planificación y diseño de las actividades para las asignaturas de Grado se realizó con una metodología similar. Sin embargo, la asignatura de Máster tuvo un tratamiento diferenciado. Las competencias a adquirir en todas las asignaturas implicadas estaban bien definidas en las Guías de cada una de ellas por lo que principalmente se debería diseñar y planificar las actividades, así como la encuesta. Estas actividades, en todos los casos, constituyeron las Pruebas de Evaluación Continua (PECs) que deberían ser evaluadas y puntuadas. Por otra parte, se confeccionó la encuesta para conocer la opinión y el grado de satisfacción del estudiante respecto a estas actividades.

Las PECs están constituidas por dos documentos, el primero de ellos es un documento explicativo en el que se fijan objetivos y se explican de forma genérica las actividades y sus fundamentos teóricos. En el segundo documento, el Cuestionario de Respuesta, se presenta el supuesto, similar a un caso real, y el estudiante deberá solucionar el caso propuesto para lo que contará con simuladores o calculadores on-line. También en algunos de ellos se requerirá la búsqueda de información complementaria. Con estas actividades se favorece el análisis en profundidad de temas específicos, ejercitándose en la resolución de casos reales, similares a los que podría encontrarse en un ámbito profesional. Todo ello aumenta la motivación por el aprendizaje.

En el caso de la asignatura del Máster la estructura de la actividad es distinta. Se propone al estudiante la realización de varios supuestos reales que deberán resolver con una búsqueda bibliográfica en bases de datos especializada, presentando posteriormente un informe del trabajo realizado, fijando objetivos, resultados y conclusiones. Así como haciendo referencia a la bibliografía consultada. En este proceso de entender y resolver el problema se logra que el estudiante, además de adquirir el conocimiento propio de la materia, desarrolle habilidades de análisis y síntesis de información, y se involucre activamente en su proceso de aprendizaje. Todas las actividades son evaluadas y puntuadas y contribuyen a la nota final de la asignatura. Los criterios de evaluación están recogidos en las guías correspondientes.

La elaboración de un portfolio por cada estudiante ha constituido un procedimiento sistemático para recoger, organizar y analizar los resultados obtenidos. De esta forma, se ha podido estructurar el proceso de aprendizaje y su evaluación, dando una visión integradora del proceso formativo permitiendo también comprobar en todo momento la eficacia del mismo (Dysthe, Engelsen & Lima, 2007).

Para la evaluación y análisis objetivo de los resultados se han seleccionado una serie de variables e indicadores:

- Percepción de la utilidad de los actividades realizadas: Con este indicador se intenta conocer la percepción del estudiante sobre las actividades y los recursos didácticos han utilizado. La información se ha recogido a través de las encuestas planteadas y comentarios en los foros. De esta forma se ha llegado a conocer la percepción de las aportaciones de esta nueva metodología en el proceso enseñanza-aprendizaje (planificar, comprender, estudiar, etc.).
- Eficacia: La eficacia medida en base a la participación de los estudiantes en las actividades y el abandono de las mismas. Los datos son recabados mediante las estadísticas generadas y el porcentaje de participación en las actividades.
- Aprendizaje: Se diferencia entre el rendimiento académico, es decir la puntuación obtenida en las pruebas de evaluación (PECs, pruebas no presenciales o presenciales) y el aprendizaje percibido por el estudiante durante el proceso enseñanza-aprendizaje. La información se recoge directamente de las encuestas cumplimentadas por el estudiante.
- Satisfacción del estudiante: Son numerosos los estudios que establecen una correlación positiva entre la interacción y sentimiento de comunidad con la satisfacción y el aprendizaje percibido. Por ello, la satisfacción del estudiante constituye uno de los indicadores más interesantes del proceso de aprendizaje, independientemente del rendimiento académico conseguido, expresada de forma inequívoca como el deseo de repetir la experiencia. Los datos han sido recogidos a través de los comentarios en las encuestas y los foros.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los estudiantes han valorado muy positivamente las actividades realizadas y que ilustran y son relevantes respecto a los contenidos teóricos. La figura 1 muestra de forma gráfica los resultados, entre ellos los estudiantes destacan que les han servido para identificar mejor los objetivos de la asignatura (1), para ensayar y autoevaluarse (2), recopilar y analizar la información complementaria buscada (3), desarrollar una estrategia de trabajo (4) y les ha acercado a la realidad profesional (5). Globalmente la experiencia adquirida con estas actividades ha sido buena o muy buena.

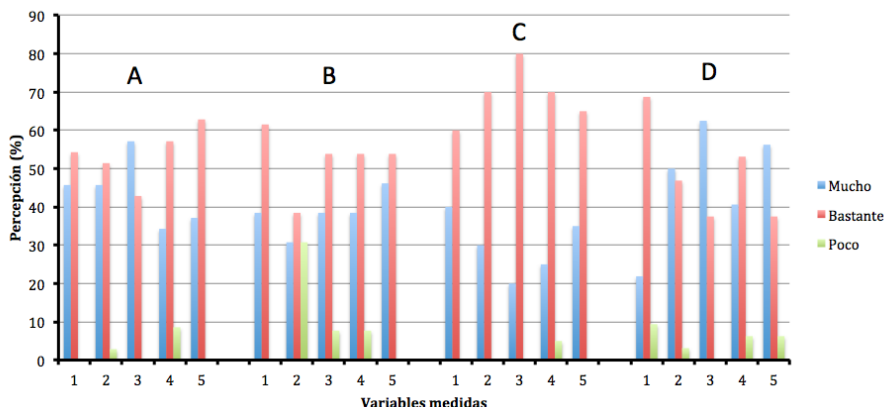


Figura 1. Percepción de la utilidad de las actividades para las asignaturas “Métodos de Separación” (A), “Tratamientos de Muestras” (B), “Contaminación Atmosféricas” (C) y “Química y Análisis de los Alimentos” (D).

La mayoría de los estudiantes han considerado que el programa y contenidos de las asignatura se adaptan adecuadamente a sus expectativas. Destacan la utilidad de las nuevas herramientas metodológicas y recursos didácticos que les han ayudado a mejorar su aprendizaje, siendo muy valorados para planificar, comprender, analizar y sintetizar, en definitiva a aprender (estudiar). Los medios, recursos y materiales utilizados les han parecido muy adecuados.

Por otra parte, la mayoría de los estudiantes han considerado que el sistema de evaluación continua implementado ha sido eficaz para determinar el grado de aprendizaje.

Eficacia: Si medimos la eficacia en base a la participación de los estudiantes en las actividades y el abandono de las mismas, constatamos que de los estudiantes matriculados sólo un 50% suele presentarse a la prueba presencial, y que coincide en la mayoría de los casos con los que han optado por la evaluación continua y la realización de las actividades propuestas. En la Tabla 1 se presentan los datos correspondientes. Teniendo en cuenta, el perfil de los estudiantes de la UNED podemos considerar una alta eficiencia en los resultados.

Tabla 1. Resultados obtenidos para la eficiencia y rendimiento académico

Nombre de la asignatura	Estudiantes matriculados	Estudiantes que optan por la evaluación continua (%)	Estudiantes del proyecto que se presentan a la prueba presencial (%)	Estudiantes aprobados (%)
Métodos de Separación en Química Analítica	65	51	97 (1 estudiante no presentado)	85
Tratamiento de Muestras y análisis de datos	21	48	90 (1 estudiante no presentado)	90
Contaminación Atmosférica	249	54	89 (15 estudiantes no presentados)	91
Química y Análisis de los Alimentos	56	57	100	100

Rendimiento académico: El resultado de las pruebas objetivas de evaluación realizadas ha sido satisfactorio para los estudiantes. De los estudiantes que se han seguido las asignaturas y han participado en las actividades más del 85% ha superado la evaluación.

Aprendizaje percibido: El aprendizaje percibido por los estudiantes es muy alto debido a la adecuación de los objetivos propuestos y a la calidad de los recursos y las actividades desarrollados para conseguirlos. Así, la mayoría de ellos considera que los objetivos se han cumplido bastante o totalmente, siendo la impresión global de su aprendizaje muy satisfactoria. El portfolio y la evaluación continua han permitido al estudiante ser consciente de los logros y de la consecución de esos objetivos fijados. También el sentimiento de comunidad que se ha creado y el sentimiento de apoyo que el estudiante ha tenido durante el desarrollo del Proyecto ha hecho posible generar un espacio y una situación de aprendizaje interactivo más allá del intercambio de información, siendo el predictor del aprendizaje percibido.

Satisfacción: La satisfacción de los estudiantes en el proceso enseñanza-aprendizaje ha sido elevada desde el primer momento, lo que se ha reflejado en su participación en todas las actividades propuesta, y en todos los comentarios recogidos en encuestas o foros y, por supuesto, expresando su interés en repetir la experiencia y extrapolarla a otras asignaturas. La valoración general de la asignatura ha sido muy positiva, aunque alguno de los estudiantes a la vista del rendimiento académico conseguido ha disminuido el grado de satisfacción anteriormente expresado.

6. CONCLUSIONES

Los resultados académicos de los estudiantes, así como su satisfacción a la hora de valorar la experiencia avalan la metodología y recursos utilizados en estas asignaturas en el contexto de la Enseñanza a Distancia.

Las modalidades de enseñanza elegidas para implementar en las asignaturas de Grado (el estudio de casos, ligado a la resolución de problemas) y el aprendizaje basado en problemas (ABP) como método de enseñanza desarrollado en la asignatura del Máster han resultado exitosos, consiguiendo que los estudiantes adquieran las competencias deseadas de una forma sencilla y consistente, abriendo un amplio abanico de posibilidades para nuevas propuestas o estrategias de enseñanza-aprendizaje.

7. REFERENCIAS

- Delgado García, A.M., Borge Bravo, R., García Albero, J., Oliver Cuello and Salomón Sancho L. (2005). *Competencias y diseño de la evaluación continua y final en el espacio europeo de educación superior. Programa de Estudios y Análisis*. Madrid: Editorial Dirección General de Universidades. Ministerio de Educación y Cultura.
- De Miguel Diez, M., Alfaro Rocher, I.J., Apodaca Urquijo, P., Arias Blanco, J.M., García Jiménez, E., Lobato Fraile, C. and Pérez Boullosa, A. (2006). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el marco del EEES*. Oviedo: Editorial Universidad de Oviedo.
- Dysthe, O., Engelsen, K.S. and Lima, I. (2007). Variations in portfolio assessment in higher education: Discussion of quality issues based on a Norwegian survey across institutions and disciplines. *Assessing Writing*, 12, 129-148.

- Foran, J. (2001). The case method and the interactive classroom. *Thought and Action* 17(1): 41-50
- Gallego Picó, A., Garcinuño Martínez, R.M., González Gómez, D., Bravo Yagüe, J.C., Sánchez Muñoz, P., Fernández Hernando, P., Morcillo Ortega, M.J. and Durand Alegría J.S. (2014). La innovación docente en Ciencias. Una realidad validada. En R. Domingo Navas, C. Cerrada Somolinos, M. A. López-González (Coord.) *Libro de actas: VII Jornadas de redes de investigación en innovación docente de la UNED* (pp. 189-192) Madrid: Editorial Universidad Nacional de Educación a Distancia
- González-Gómez, D., Gallego-Picó, A., Garcinuño, R.M., Morcillo, M.J., Durand, J.S. and Fernández, P. (2015). Diagnostic and assessment of specific and transversal competences in chemistry studies in a distance education program. En E. de la Poza, J. Domènech, J. Lloret, E. Zuriaga Agustí (Ed.) *Head'15. Conference on higher education advance* (pp.576-580) Valencia: Editorial Universitat Politècnica de Valencia.
- Rhem, J. (1998). Problem-Based Learning: An Introduction. *The National Teaching & Learning Forum* 8 (1): 1-7.

Contribuições das tecnologias da informação e comunicação para o ensino de ciências em um curso de formação de professores na modalidade semipresencial

Bonzanini, T. K., Moura, M. S. L.

Universidade de São Paulo. Departamento de Economia, Adm e Sociologia – LES/ESALQ.

taitiany@usp.br

RESUMO

Este artigo apresenta uma discussão sobre as principais contribuições das tecnologias da informação e comunicação para o Ensino de Ciências, em um curso de Licenciatura oferecido na modalidade semipresencial, por uma Universidade Pública do Estado de São Paulo, Brasil. Através da observação participante e análise dos materiais utilizados foi possível identificar que as tecnologias utilizadas favoreceram a demonstração da dinâmica e complexidade dos processos biológicos, contribuíram para os processos dialógicos que se estabelecem durante o ato de ensinar e aprender, promovendo maior interatividade entre alunos e professores. Porém, são necessárias maiores pesquisas no referido curso, para que o uso das tecnologias possa ser constantemente avaliado, em função dos objetivos de ensino-aprendizagem que se pretende, com a intenção de se promover melhorias contínuas nessa modalidade de ensino.

Palavras-chave

Ensino de ciências. Tecnologias da informação e comunicação. Ensino semipresencial.

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa focalizou um curso de Licenciatura em Ciências, oferecido na modalidade semipresencial, em uma Universidade pública do estado de São Paulo, Brasil. Como o referido curso apresenta as características do ensino a distância (EaD), a mediação didático-pedagógica dos processos de ensino e aprendizagem se efetiva a partir do uso das tecnologias da informação e comunicação (TIC), assim os estudantes e os professores desenvolvem atividades educativas em lugares e tempos diversos. Nesse curso, as tecnologias desempenham papel primordial, permitindo a acessibilidade e flexibilidade, próprias de cursos organizados nessa modalidade. Tais ferramentas contribuem para se romper as barreiras relacionadas ao tempo e espaço, unindo pessoas geograficamente distantes e viabilizam a oferta de uma educação superior com qualidade, de forma flexível e mais personalizada.

Em se tratando de Ensino de Ciências, pode-se refletir sobre as possíveis contribuições das TIC na promoção de uma melhor compreensão sobre a dinâmica dos processos biológicos e de demais fenômenos que são objeto de estudo dessa área, pois além de acrescentarem informação, flexibilidade, diversidade de mecanismos para estudo e apresentação de temas, as ferramentas e recursos tecnológicos também promovem a associação de diferentes tipos de representações que envolvem desde hipertextos e

imagens fixas e animadas, assim como vídeos, representações e simulações, representações essas que tornam o ensino mais dinâmico e revelam que a Ciência não é estática e os processos bastante complexos.

É importante ressaltar também que o Ensino de Ciências envolve conceitos de difícil compreensão e assimilação, e isso requer um alto nível de abstração e formas de representação. Existem estruturas, por exemplo, que não são visíveis nem com o auxílio de microscópios óticos, ou envolvem processos que se desenvolvem ao longo do tempo e impossíveis de serem observados durante o período de uma aula.

Para minimizar tal situação, o uso de diferentes recursos e tecnologias oferecem diversas formas de representar o conhecimento, e podem contribuir para a aprendizagem dos alunos. Conforme indica Giordan (2008), as tecnologias auxiliam no trabalho com analogias o que permite que o aluno faça previsões e simultaneamente observe os efeitos das alterações das variáveis, contribuindo dessa forma para a construção de conceitos.

Conforme afirmam Osborne & Hannessy (2003), as TIC utilizadas de forma contextualizada, multidisciplinar e interativa, têm o potencial de transformar a educação em Ciências e o processo de ensino-aprendizagem. Mas, para que as TIC contribuam para uma transformação na educação em Ciências e no processo de ensino e de aprendizagem, Rezende e Struchiner (2009), indicam a necessidade de integrá-las de forma planejada, sistemática e articulada às práticas pedagógicas.

Diante do exposto até o momento, o presente artigo se propõe a discutir as principais contribuições das Tecnologias da Informação e Comunicação para o Ensino de Ciências, em um curso de Licenciatura na modalidade semipresencial.

O curso de Licenciatura em Ciências semipresencial

O curso de Licenciatura em Ciências investigado envolve um ambiente virtual de aprendizagem (AVA), que utiliza a plataforma Moodle, uma equipe de professores autores de materiais, e um grupo de tutores e educadores que são responsáveis pela condução de atividades presenciais, correção de atividades online e resolução de dúvidas de forma presencial ou virtual, assim compreende uma carga horária dividida em 1470 horas desenvolvidas a distância e 1365 desenvolvidas presencialmente, organizadas em oito módulos denominados: I - Terra e Universo, II - Ambiente na Terra, III - Vida e Meio Ambiente, IV - Ser Humano e Meio Ambiente, V - Ser humano, Saúde e Sociedade, VI - Trabalho humano, Tecnologia e Sociedade, VII - Evidência nas pesquisas e VIII - Pesquisas em Ensino de Ciências. Para as análises focalizou-se os módulos III e IV, que compreende disciplinas relacionadas às Ciências Biológicas.. Através do AVA, alunos e professores interagem ao longo da semana através de chats, atividades online e vídeo conferências. Nesse ambiente também o aluno encontra os textos, as vídeo aulas semanais e as atividades de cada disciplina.

Uma semana de aulas inclui textos com o conteúdo das disciplinas, vídeo aulas, atividades avaliativas que podem ser corrigidas pelos tutores online ou automaticamente pelo sistema e atividades presenciais desenvolvidas pelos tutores ou educadores, em um dia da semana, contemplando 8 horas. As atividades presenciais envolvem aulas teórico-práticas que contemplam, em sua maioria, discussões e explanações sobre um tema e conteúdos, o uso de vídeo e simulações que foram objeto de análise nesse artigo, além de práticas de laboratório.

METODOLOGIA

Os dados foram coletados a partir da análise de materiais utilizados em aula, tais como: vídeos, simulações, slides de aula, além das atividades escritas produzidas pelos alunos; e também a partir de observações participantes realizadas no decorrer de um ano letivo, de todos os episódios de ensino ocorridos nos módulos III e IV, que juntos somaram 14 disciplinas diferentes.

Quanto ao objeto de estudo podemos classificar essa investigação como um estudo exploratório, focalizando-se uma única turma do curso de Licenciatura investigado, contando com 25 alunos, 2 tutores e 2 educadores.

As discussões e análises dos dados contemplam uma abordagem qualitativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A coleta de dados foi desenvolvida durante um ano letivo, junto a um conjunto de 14 disciplinas oferecidas a uma turma de alunos, o que resultou em grande quantidade de material para análise. Assim, foram selecionados alguns dados para uma discussão sobre as contribuições advindas para o Ensino de Ciências.

Conforme citado anteriormente, muitos conteúdos do Ensino de Ciências envolvem a compreensão da dinâmica dos processos que se estabelecem. Durante a aula sobre o conteúdo Fotossíntese, por exemplo, a educadora selecionou um vídeo produzido pela North Dakota State University (<http://www.ndsu.edu/>), e traduzido e legendado por Emerson Bezerra (Disponível em: www.youtube.com/watch?v=yASWF6WfST4), segundo ela para ilustrar tal processo. Além de ilustrar, observou-se que tal material também exemplificou e simulou os processos que ocorrem durante a Fotossíntese, e pôde contribuir para a compreensão por parte dos alunos do conteúdo abordado, o que foi evidente no resultado das atividades realizadas. Ao desenvolver as atividades solicitadas os alunos descreveram melhor os processos relacionados a fotossíntese, e também declararam durante a aula que o vídeo auxiliou na compreensão do conteúdo.

Também foram utilizados outros vídeos para exemplificar acontecimentos e fatos históricos que, muitas vezes somente podem ser observados com auxílio de material audiovisual. Para introduzir uma discussão sobre a urbanização da cidade de São Paulo, na disciplina denominada Ser Humano e Meio Ambiente, o vídeo “Entre Rios” (Realizado em 2009 como trabalho de conclusão de Caio Silva Ferraz, Luana de Abreu e Joana Scarpelini no curso em Bacharelado em Audiovisual no SENAC-SP, disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=Fwh-cZfWNIc>), apresentou imagens históricas para contar de modo rápido a história da maior cidade do Brasil, e como essa história está totalmente ligada com seus rios. Após a exibição do referido vídeo, a educadora discutiu com os licenciandos como a urbanização alterou o curso normal dos rios e os problemas advindos dessa alteração como, por exemplo, as problemáticas atuais como as enchentes e inundações. Muitos alunos relataram que não conheciam tal história e que não associavam a problemática das enchentes às alterações humanas provocadas nos locais apresentados. Se a educadora somente relatasse tais acontecimentos poderia não ser tão significativo como as imagens históricas apresentadas, assim como a comparação do ambiente anterior ao atual. Assim, o uso de vídeo foi um diferencial para as discussões que se seguiram, uma vez que contribuiu não apenas para a compreensão do conteúdo como também para uma reflexão maior sobre os assuntos tratados, inclusive trazendo para uma discussão fatos da história e geografia do lugar, ocorrendo uma integração de diferentes disciplinas e conteúdos.

Em uma das aulas da disciplina Diversidade Biológica e Filogenia, o autor do material indicou que os educadores utilizassem parte da série O Jardim de Darwin (Jimmy Doherty in Darwin's Garden, OU & BBC, 2009), composta de três episódios sequenciais nos quais o fazendeiro, estudioso e pesquisador Jimmy Doherty procura reproduzir e recriar algumas das experiências de Darwin e discutir as ideias revolucionárias deste notório naturalista. As discussões, que seguiram a exibição, focalizaram a importância da Teoria da Evolução, proposta por Darwin, e como tal conhecimento contribuiu para compreensão da biodiversidade atual. Durante esses momentos, foi evidente a apreensão dos alunos das imagens apresentadas, e a argumentação baseada no que haviam assistido, pois citavam falas e passagens do vídeo. Além disso, os alunos demonstram grande interesse em assistir os demais episódios da série e, ao final da aula, já realizaram uma pesquisa em buscadores para encontrar o material.

Na disciplina História da vida na Terra e distribuição atual da vida no planeta, a educadora selecionou vídeos produzidos pelo Centro de Divulgação Científica e Cultural da Universidade de São Paulo (Disponíveis em: parte 1: <http://www.youtube.com/watch?v=IA6u9PKgnnw>, e parte 2: <http://www.youtube.com/watch?v=e3sjrxesyso>) que apresentam de forma bastante didática as características principais dos Biomas Brasileiros. Observou-se que as imagens da fauna e flora de cada bioma prendeu a atenção dos alunos e os motivou a levantar perguntas sobre o conteúdo, e também sobre características de vegetais e animais exemplificados, demonstrando uma relação realizada pelos alunos entre o conteúdo estudado na disciplina e demais conteúdos já discutidos em outras situações.

Para Ferrés (1996), o vídeo utilizado no processo de ensino-aprendizagem pode ser considerado um elemento de atração ou de reforço do interesse dos alunos, sendo capaz de despertar a curiosidade e motivá-los. Isso ocorre porque tal tecnologia enriquece a aula ao utilizar, ao mesmo tempo, informações visuais, sonoras e até textuais. Além disso, o telespectador se envolve enquanto assiste, sem que para isso necessite recriar uma realidade imaginada, o que contribui também para demonstrar imagens e processos sem que o aluno crie a imagem, o que evita distorções.

Os vídeos também podem trabalhar com o apelo emocional para motivar a aprendizagem, além de colocarem um novo ritmo a aula, pois alunos estão acostumados a aulas teóricas e o vídeo traz um novo olhar sobre o assunto, alterando a rotina de sala de aula. Além disso, a imagem pode representar uma ligação com o conteúdo estudado e, quando associada a textos, pode estabelecer uma conexão entre o que está sendo lido e visto, assim trabalha-se o uso de diferentes sentidos dos alunos, o auditivo, o visual. Os assuntos também podem ser explorados na medida em que se solicita maior aprofundamento e pesquisa sobre o que foi apresentado no vídeo. Segundo Moran (1995), o vídeo, enquanto instrumento pedagógico apresenta potencialidades como mecanismo de sensibilização, de ilustração, de simulação, como conteúdo de ensino, de integração e de avaliação.

A maioria dos vídeos selecionados e apresentados pelos tutores e educadores estão disponíveis no YouTube (<http://www.youtube.com/>), como trata de um canal de livre acesso, facilita grandemente que os alunos assistam demais vezes e os utilizem em outros momentos.

Além dos vídeos, observou-se que, em muitos slides, os educadores utilizaram simulações ou animações para representarem determinados processos, por exemplo, para demonstração de processos fisiológicos como circulação sanguínea, liberação e ação hormonal e também para demonstração de processos como germinação de sementes, condução de seiva nos vegetais entre outros. Tais animações ou simulações contribuem

significativamente para a visualização de processos que não podem ser observados naturalmente mas, principalmente, para a compreensão de como esses processos ocorrem. Ao visualizar o mecanismo de um processo o aluno fica instigado, questiona e realiza colocações e relações entre conhecimentos que possui e o que está observando.

Segundo Gaddis (2000), o uso de animações transforma o ambiente escolar em algo dinâmico tornando o processo de aprendizagem mais interessante para o aluno. Para Medeiros e Medeiros (2002), as simulações podem ser usadas para representar situações de resolução de problemas e possibilitam a representação de experiências e situações que não podem ser diretamente vivenciadas. Além disso, as animações ou simulações são recursos que permitem a manipulação de modelos da realidade, demonstrado como um processo ocorre.

Os vídeos e as animações também desempenham importante papel ao proporcionar ao aluno uma visualização do aspecto tridimensional das estruturas, demonstrando que o aspecto bidimensional representado em livros, por exemplo, nem sempre corresponde a realidade. Mesmo quando observa uma célula ao microscópio não é possível visualizar claramente sua tridimensionalidade, assim os vídeos e as simulações podem contribuir significativamente para a construção de um conhecimento.

O uso de um vídeo ou simulação ultrapassa a simples formação do aluno, principalmente em um curso de formação de professores, uma vez que esse pode utilizar tal instrumento junto aos seus alunos da Educação Básica, ou seja, contribui não apenas para discussões sobre conhecimentos científicos, como também sobre questões pedagógicas, como uso de determinados materiais para tornar uma explicação mais didática. Isso pode ser constatado em vários relatos posteriores, nos quais muitos licenciandos, que ministram aulas, incorporaram em suas práticas diárias os vídeos utilizados, que buscam referenciais com os educadores de locais que podem encontrar esses tipos de materiais para utilizarem em suas práticas pedagógicas.

Os educadores também prepararam slides com muitas imagens, com animações e simulações sobre os Ciclos biogeoquímicos e sobre as teorias de origem da vida na Terra, por exemplo. Na disciplina Diversidade e evolução dos fungos e animais invertebrados, por exemplo, a educadora selecionou vários simuladores presentes no site: <http://www.casadasciencias.org>, para representar uma simulação sobre o ciclo de vida e outras funções de diversos invertebrados, provocando grande interesse e participação entre os alunos.

Conforme descrevem Brito e Purificação (2008), os software de simulação são os que permitem experimentar, ou testar possibilidades que uma situação real não seria possível ou significasse risco físico, nesse caso, os educadores produziram o próprio material que trouxe uma dinâmica diferenciada a aula.

Em alguns momentos também foram utilizados pequenas apresentações com imagens e músicas, para melhor sensibilizar o aluno para determinado tema ou problemática como, por exemplo, na aula que se discutiu o uso da água pelas populações humanas, utilizou-se uma apresentação de imagens com a música Terra: Planeta Água (Letra e música de Guilherme Arantes).

Além disso, as imagens são bastante utilizadas por professores para ilustrar ideias de textos, momentos ou para dar um sentido ao conteúdo trabalhado. De acordo com Oliveira (2006), a imagem tem a capacidade de nos aproximar de outras realidades, pode expressar desejos, sentimentos, registrar acontecimentos.

Importante frisar que ao final de um vídeo utilizado, ou uma animação e até simulação sempre se seguiram discussões sobre o material, e os conceitos associados. Além disso, tais materiais eram utilizados no intuito de também auxiliar o aluno na resolução da atividade avaliativa proposta para aula. Isso foi fundamental para promover uma melhor compreensão dos conteúdos apresentados. Ao final das atividades presenciais, que envolveram o uso das TIC, os alunos se mostraram satisfeitos com a atuação didática do tutor ou educador da disciplina.

Cabe ressaltar que, assim como assinala Vygotsky (1993), é na aula de Ciências que o aluno tem condições de trabalhar abstrações de forma articulada e coerente de forma a construir os conceitos necessários à compreensão da realidade científica. Assim um filme, um slide ou um recurso multimídia não podem ser vistos como uma fonte única de conhecimento científico. A Ciência é feita, antes de tudo, com o trabalho reflexivo sobre o material proveniente de inúmeras fontes e articulado pelos mecanismos de organização conceitual presentes na mente do aprendiz.

Apesar dos pontos positivos aqui apontamentos pelas contribuições das TIC para o Ensino de Ciências, consideramos que uma imagem sozinha não leva ninguém ao conceito de pássaro, ou ao conceito de inércia, ou ao conceito de célula, por exemplo. Neste aspecto, a linguagem é muito superior em poder de síntese. Por isso, quando falamos de Ensino de Ciências, o meio não é a mensagem, pois aqui a importância do conteúdo se sobressai a forma. Nesse sentido cabe citar Piaget (1978), que afirma que um observável só o é se, na mente do aprendiz, houver as ferramentas necessárias para a sua apreensão (decodificação/reconstrução cognitiva). Um fato do mundo, e em particular a informação contida em um vídeo, somente serão observáveis na mente do aluno se houver estruturas adequadas para tal, daí a importância do estudo semanal sobre o conteúdo, das interações online com tutores e educadores para que ao chegar para a atividade presencial da semana, o aluno já tenha construído determinada compreensão sobre o assunto.

Também cabe discutir que, se por um lado, as TIC apresentam grandes potencialidades para o Ensino em um momento presencial do curso, foi evidente que o mesmo não ocorreu em situações a distância, tendo em vista a baixa utilização pelos alunos, das ferramentas que promovem as interações no AVA, como os fóruns de discussão, chats, skype para plantão de dúvidas.

Acredita-se que o uso das TIC tanto em atividades presenciais como em atividades online podem contribuir para os processos dialógicos que se estabelecem durante o ato de ensinar e aprender. Segundo Mattar (2009) a educação a distância deve ser dialógica, interativa e problematizadora. O papel do tutor e do professor na aprendizagem tem sido discutido e percebe-se que a interação, e também o aprendizado, acontece nas formas aluno-aluno, aluno-professor e aluno-tutor. Assim, ao selecionar determinado recurso que torne o conhecimento mais compreensível para o aluno, se promove uma maior interação aluno-conteúdo, essa compreensão facilitada contribui positivamente também para interação aluno-tutor.

Além disso, a interação aluno-tutor ocorre não apenas nos momentos presenciais como também através de plantões de dúvida, troca de mensagens respondendo dúvidas, em feedbacks com correção de atividades e provas, proposição de atividades, sugestão de leituras, pesquisas e sites.

A modalidade semipresencial exige do aluno uma menor passividade, considerando que eles precisam organizar seu próprio tempo e cumprir com as tarefas solicitadas dentro dos prazos. O processo de aprendizado, nessa modalidade, envolve a autonomia do aluno, o que representa maior responsabilidade pela própria aprendizagem. De forma positiva o

ensino a distância interfere na identidade do sujeito exigindo uma atuação mais dinâmica e crítica. Se, por um lado, o ensino a distância pode ser considerado solitário, por outro, as tecnologias trazem a possibilidade de interações entre pessoas que estão em espaços geográficos distantes e, portanto, diminuem barreiras físicas. É inegável que a abrangência da EaD proporciona interações nunca antes pensadas.

Faz-se necessário, ainda, maiores pesquisas no referido curso, para que o uso das TIC possa ser constantemente avaliado, em função dos objetivos de ensino-aprendizagem que se pretende, com a intenção de se promover melhorias contínuas nessa modalidade de ensino. Os resultados dessas investigações, assim como os apresentados, poderão constituir um referencial para outras instituições de ensino que ofertam, ou virão a oferecer, cursos na modalidade semipresencial.

CONSIDERAÇÕES

Os recursos audiovisuais podem levar os alunos a compreenderem situações e processos abstratos, despertar o interesse e motivação e desenvolver a aprendizagem colaborativa. As atividades mediadas por tais recursos também podem criar um relacionamento entre professores e alunos, através das diversas possibilidades de interação, e quando associados ao AVA vem possibilitando o atendimento de alunos de maneira bastante particular, em espaços e tempos diferenciados.

Assim, as TIC enquanto ferramentas para educação abrem infinitas possibilidades de utilização, principalmente para o Ensino de Ciências que apresenta características e particularidades, envolvendo o estudo e entendimento de fenômenos e processos bastante complexos. Apresentar livros textos e figuras estáticas pouco contribuem para o entendimento de toda essa complexidade. É nesse sentido que as TIC contribuem para a dinamização dessa área do conhecimento, uma vez que colabora significativamente para a demonstração, através de vídeos e simulações, por exemplo, da dinâmica dos processos.

É inegável que os recursos tecnológicos, as mídias e hipermídias são capazes de trazer um novo ritmo ao ensino, provocando mudanças no processo de ensino-aprendizagem. Porém para que tais mudanças signifiquem qualidade do que é aprendido, além do professor experimentar o novo, é preciso que reflita sobre a integração da tecnologia em sua prática, utilizando-a em um contexto, não apenas como algo que possa ilustrar, mas também acrescentar, ser um diferencial para a aula sobre determinado conteúdo.

BIBLIOGRAFIA

- Brito G.S.; Purificação, I. (2008) *Educação e novas tecnologias: um re-pensar*. Curitiba: Ibpx.
- Ferrés, J. (1996). *Vídeo e educação*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2ª d.
- Gaddis, B. (2000). *Learning in a Virtual Lab: Distance Education and Computer Simulations*. Doctoral Dissertation. University of Colorado.
- Giordan, M. (2008). *Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados*. Ijuí :Editora Unijuí.
- Mattar, J.(2009). Interatividade e aprendizagem. In: ____ *Educação a Distância – O estado da arte*. São Paulo, Pearson, Cap. 16, 112-120.
- Medeiros, A; Medeiros, C. F.(2002). Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 24 (2), 77 – 86.

- Moran, J. M. (1995). O vídeo na sala de aula. *Comunicação & Educação* 2 (1), 27-35.
- Oliveira, C. I. C.(2006) *Imagem e educação*. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ.
- Osborn, J.; Hennessy, S. (2003). Literature Review in Science Education and the Role of ICT: *Promise, Problems and Future Directions*. Último acesso em: 14 de maio de 2012, desde: <http://archive.futurelab.org.uk/resources/publications-reports-articles/literature-reviews/Literature-Review381>
- Piaget. J.(1978). *A epistemologia genética: Sabedoria e ilusões da filosofia; Problemas de psicologia genética*; traduções de Nathaniel C. Caixeiro, Zilda Abujamra Daeir, Célia E. A. Di Piero. São Paulo: Abril Cultural.
- Rezende, L. A.; Struchiner, M. (2009). Uma Proposta Pedagógica para Produção e Utilização de Materiais Audiovisuais no Ensino de Ciências: análise de um vídeo sobre entomologia. *Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia*, 2 (1), 45-66.
- Vygotsky, L. S.(1993). *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Editora Martins Fontes.

Estratégias didáticas no ensino de ciências: a importância das aulas práticas

Moura, M. S. L., Bonzanini, T. K.

*Universidade de São Paulo/ USP, Licenciatura em Ciências, Pólo Piracicaba,
maria.moura@usp.br.*

*Universidade de São Paulo LES/ ESALQ/ USP, Licenciatura em Ciências, Pólo
Piracicaba, taitiany@usp.br.*

RESUMO

Esse artigo discute as atividades realizadas em um projeto de iniciação científica que busca investigar e identificar estratégias didáticas para o ensino de ciências na educação básica. Para tanto, realizou-se um levantamento de atividades que ocorriam semanalmente com turmas do ensino fundamental da educação básica. Os dados foram anotados em um diário de campo, a partir das observações das atividades realizadas com os estudantes. Como resultado observa-se a importância das aulas práticas para o ensino de conceitos da disciplina ciências, pois contribuem positivamente para a aprendizagem, e melhor compreensão dos conteúdos.

Palavras chave: Atividade prática, ensino de ciências, pesquisas em ensino.

ABSTRACT

This article discusses the activities carried out in a research project that aims to investigate and identify instructional strategies for teaching science in basic education. Therefore, we carried out a survey of activities taking place weekly with groups of elementary school of basic education. Data were recorded in a diary, from the observations of the activities with the students. As a result we observe the importance of practical lessons for teaching concepts of science discipline, they contribute positively to learning, and better understanding of the content.

Key words: activity practice, teaching science, research in education.

INTRODUÇÃO

Esse trabalho discute atividades que foram realizadas em um projeto de iniciação científica, com a participação de uma aluna do curso de Licenciatura em Ciências Semipresencial, de uma Universidade pública do Estado de São Paulo, que atua diretamente com alunos de uma escola de Educação Básica da rede estadual de ensino de uma cidade do interior de São Paulo, Brasil. Esse projeto tem o objetivo de investigar, identificar e organizar atividades de caráter prático que favoreçam a prática pedagógica nas aulas de ciências na educação básica.

Muito se discute sobre a importância das atividades práticas nas aulas de ciências, que favoreçam a compreensão dos conteúdos ou aumentar a interação professor-aluno. Para Vasconcelos et. al (2002), a abordagem prática poderia ser considerada não só como ferramenta do ensino de ciências na problematização dos conteúdos, como também ser utilizada como um fim em si só, enfatizando a necessidade de mudança de atitude para

com a natureza e seus recursos, pois, além de sua relevância disciplinar, possui profunda significância no âmbito social.

De acordo com Leite et. al (2005), as aulas práticas servem de estratégia e podem auxiliar o professor a retomar um assunto já abordado, construindo com seus alunos uma nova visão sobre um mesmo tema, ampliando sua reflexão sobre os fenômenos que acontecem à sua volta e isso pode gerar, conseqüentemente, discussões durante as aulas fazendo com que os alunos, além de exporem suas ideias, aprendam a respeitar as opiniões de seus colegas de sala, por exemplo.

Porém, ainda é difícil encontrar professores que realizem atividades que não sejam somente o uso do giz e lousa, com uma explicação somente teórica. Modificar esse modelo encontra variáveis empecilhos, como o tempo de aula e seu planejamento que é considerado pouco, quantidade de alunos em sala de aula, materiais ausentes nas escolas, indisciplina de alunos e locais para a realização das atividades.

Nesse contexto, verifica-se atualmente, nas escolas brasileiras, aulas pouco atrativas, centradas na figura do professor, o que expõe conhecimento e do aluno que apenas recebe, com pouca ou nenhuma troca de aprendizagem. Como citam Silva e Zanon (2000), o aspecto formativo das atividades práticas experimentais tem sido negligenciado, muitas vezes, ao caráter superficial, mecânico e repetitivo em detrimento aos aprendizados teórico-práticos que se mostrem dinâmicos, processuais e significativos.

Dessa forma, admitindo-se a importância das atividades práticas para a promoção dos conceitos científicos, realizou-se um trabalho envolvendo levantamentos e análises de atividades para aulas de ciências, que pudessem diferir das atividades meramente expositivas e teóricas, no intuito de desenvolver uma reflexão sobre como aulas práticas e diferenciadas podem contribuir para a aprendizagem de conceitos.

Para a análise das atividades selecionadas, planejou-se também a execução dessas atividades para coleta de dados sobre a percepção da sua importância, e o quanto poderiam colaborar para aulas de ciências, participação e envolvimento dos alunos, não apenas como meros ouvintes e receptores do conhecimento, mas formulando problemas, hipóteses, e questionando dúvidas no decorrer das aulas.

Para o levantamento das atividades práticas, partiu-se do pressuposto que as atividades práticas não podem ser consideradas apenas como complementação da teoria e sim para despertar nos alunos a curiosidade, a necessidade de pesquisar, observar resultados, como indicam Zanon e Freitas (2004):

Muitas vezes o professor utiliza uma atividade apenas para ilustrar ou comprovar teorias abordadas em sala de aula. Neste caso, o aluno se depara com um receituário com o qual deve seguir instruções pré-estabelecidas, sem ao menos saber identificar os conceitos ou fenômenos envolvidos (ZANNON & FREITAS, 2004, p.11)

Sendo assim, o presente trabalho considerou-se que aulas práticas são fundamentais para imprimir maior significado às aulas de ciências, não descaracterizando a importância das aulas teóricas, mas que juntamente com aulas práticas colaboram positivamente para uma melhor compreensão do conteúdo, como também relacionar ao dia a dia.

METODOLOGIA

Primeiramente foi feito um levantamento e revisão bibliográfica de materiais e literatura específica sobre alfabetização científica (Chassot, 2000), e instrumentos de ensino e atividades práticas no Ensino de Ciências (Leite, et. al, 2005; Zanon & Freitas, 2007; e

outros). Tal levantamento contribuiu para que a bolsista pudesse conhecer um pouco sobre as pesquisas realizadas nessas áreas de conhecimento, sobre análise e aplicação da atividade prática para o ensino de ciências.

Para análise das atividades foram utilizados os seguintes critérios: a facilidade de acesso aos materiais usados nas atividades em sala de aula, se o conteúdo relacionava-se com a realidade desse estudante, como também contribuições para a didática das ciências, no sentido de promover uma melhor compreensão dos conceitos e desenvolvimento da criticidade entre os alunos.

Após levantamento, as atividades foram classificadas de acordo com o procedimento adequado para cada objetivo proposto, dentre elas: diagnóstico, fundamentação teórica, aprofundamento, atividade prática e discussão.

Realizada a classificação, algumas atividades foram selecionadas para aplicação junto a alunos do 8º ano e 9º ano, para uma reflexão sobre as contribuições das atividades, para a didática utilizada e a aprendizagem de conceitos científicos. Durante a execução das atividades foram realizados registros em diários de campo para posterior análise e registros fotográficos.

No diário de campo foram anotados dados sobre data, turma, conteúdo abordado, materiais utilizados, disciplina, quantidade de alunos, os resultados de cada atividade realizada, interações e perguntas levantadas, respostas as atividades e outras características.

Os dados coletados foram analisados a partir de referenciais sobre instrumentos de ensino e atividade práticas no Ensino de Ciências (Leite, et. al, 2005; Zanon & Freitas, 2007; e outros).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante as observações realizadas, notou-se que os alunos estão habituados a uma didática baseada em aulas expositivas dialogadas, que pouco relacionam teoria e prática e deixam de trabalhar procedimentos próprios da área de Ciências como, por exemplo, a observação, levantamento de hipótese, análise de dados.

Tal fato pode estar relacionado ao pouco tempo de aula, turmas numerosas, falta de materiais e espaço para realização de atividades, pouco tempo para planejamento e até a indisciplina de alguns alunos.

Observou-se também que a escola possui um laboratório, segundo o relato de professores e alunos, nunca utilizado para aulas práticas, apenas serve de depósito de livros, possui também uma sala de informática que é bastante utilizada para pesquisas.

Durante algumas atividades práticas foi evidente que a falta de um local apropriado como, por exemplo, um laboratório didático, pode prejudicar a organização das práticas, no entanto, também foi possível notar que um bom planejamento pode minimizar esse problema e a sala de aula pode abrigar o desenvolvimento de experiências didáticas.

Conforme indicado, a partir dos levantamentos buscou-se realizar atividades com turmas de alunos, para verificar o potencial de algumas práticas. A primeira atividade desenvolvida com o 8º ano, com o conteúdo: Movimentos da Lua vista a partir do referencial da Terra, Fases da lua e Eclipses. Utilizaram a sala de informática da escola, onde foi instalado pela bolsista em cada computador o programa Stellarium, que trata de um programa relacionado a Astronomia, é um software livre para fazer visualização do céu, planetas, luas e eclipses, como também projeções, pode ser baixado em computador,

disponível em: <http://www.stellarium.org/pt/>. Os alunos foram orientados a partir do referencial da Terra os movimentos da Lua, observarem as suas fases, como também eclipse lunar e solar.

Os alunos conseguiram visualizar no Stellarium como ocorre um eclipse e o que é preciso para que esse evento ocorra. Após a utilização do Stellarium na sala de informática seguiram para sala de aula. Com a explicação teórica sobre os movimentos da lua e suas fases, foi pedido para que eles reproduzissem em formato de maquete, utilizando como materiais bolinhas de isopor. Muitos desconheciam esse programa, e se entusiasmaram em observar o céu noturno pelo computador.

Em outra atividade, desenvolvida com o 8º ano, com o conteúdo: Aparelhos elétricos, potência elétrica e consumo de energia; os alunos foram conduzidos para a sala de informática, para realizarem uma pesquisa na Internet sobre aparelhos que utilizam energia elétrica e sua potência. Após a pesquisa os estudantes retornaram à sala de aula, onde foi perguntado o que eles compreendiam sobre o conceito energia.

Sobre a atividade em curso, alguns alunos citaram a “energia como algo que gera luz”; outros ainda completaram que seria “uma luz elétrica, de grande força”. Um aluno chegou a citar que “energia seria algo que faz a economia nossa girar”. Foi pedido para que eles fizessem uma pesquisa pela escola para que listassem quantos aparelhos que necessitavam de energia elétrica a escola possuía e também por quanto tempo por dia esses aparelhos permaneciam ligados. Percorreram toda a escola juntamente com a professora para listar esses equipamentos.

Depois dessa atividade, os estudantes elaboraram uma tabela com o nome dos aparelhos, sua potência, quantas horas por dia era utilizado, para que em posse dos dados, realizassem cálculos sobre o consumo energético da escola, tal atividade tinha como objetivo que os estudantes pudessem relacionar o cálculo de consumo de energia com os equipamentos que existem na escola e seu tempo de funcionamento.

A partir da construção da tabela, foram orientados a repetir as atividades, agora utilizando como exemplo os eletrodomésticos que usavam em suas residências, e que trouxessem o recibo de energia para que pudessem calcular em sala de aula o consumo de energia e comparar o valor com outros colegas.

Realizaram a pesquisa na escola listando os materiais e perceberam o quanto de equipamentos que não funcionavam, e aqueles ligados desnecessariamente, como as lâmpadas, que permaneciam acessas durante o dia quando a luz solar pode suficientemente iluminar o ambiente.

Observou-se que tal constatação influenciou na atitude de alguns alunos, que passaram a questionar o desligamento das lâmpadas em períodos claros do dia, como também a percepção que em suas residências também ocorria o mesmo, era gasto energia que poderia ser economizada. Algo também muito importante foi que eles aprenderam a calcular o consumo de energia e como isso é feito pelas empresas que são responsáveis pelo abastecimento de energia elétrica

Em uma aula anterior com a turma do 8º ano, em que se trabalhou o tema energia, foi pedido para que os alunos formassem grupos para um trabalho, mais especificamente uma mostra de ciências. Assim, deveriam produzir materiais que exemplificassem os tipos e a geração de energia, geração de energia hidrelétrica, termelétrica, termonuclear, eólica e solar. Iriam realizar uma pesquisa sobre os temas e desenvolveriam uma atividade prática que pudesse ser exposta na mostra científica.

Como essa foi a primeira vez que os estudantes foram convidados para uma Mostra de Ciências, eles se envolveram na proposta do trabalho e houve relatos que já haviam solicitado pedido para uma feira de ciências para a coordenação, porém foi negado com a justificativa de falta de tempo dos professores e coordenação para sua realização.

Os grupos fizeram pesquisas extraclasse, trouxeram para a professora revisar e assim eles estudaram sobre o tema para a explicação na mostra científica. Alguns alunos que não possuíam computador em casa realizaram a pesquisa na escola, na sala de informática, com o auxílio da professora. Foi decidido por votação que seria melhor representar os tipos de geração de energia a partir de representações com maquetes. Dessa forma, cada grupo construiu uma maquete como uma atividade extraclasse, pois o pouco tempo das aulas não permitiria que a atividade fosse realizada na escola.

Sem auxílio de materiais que pudessem ser cedidos pela escola, os alunos, juntamente com os pais, compraram todos os materiais da construção da maquete. No dia da mostra científica os estudantes, em grupos, realizaram explicações sobre as maquetes e a representação da geração de energia para alunos de outras salas, professores, funcionários da escola e os pais, já que não pôde ser aberta ao público em geral.

Das atividades descritas, analisa-se que algumas dificuldades surgiram no decorrer da realização: desde a falta de materiais, laboratório, feriados e o calendário da escola, pouco tempo de aula, como também ausência de alunos no começo do mês de dezembro. Outro ponto a ser citado é a falta de incentivo para os alunos terem aulas diversificadas, que mudem a rotina de apenas utilizar o giz e lousa e a exposição de conteúdo, para a utilização de aula prática e também a roda de conversa sobre dúvidas e curiosidades sobre o conteúdo.

Quando começava a realizar a atividade prática alguns alunos sentiam receio de responder ou perguntar, no decorrer das atividades se sentiram à vontade para fazer perguntas, isso demonstrou, no decorrer, uma melhora na compreensão do conteúdo, já que alguns não perguntavam porque não se tinha espaço para perguntas com alguns professores e com isso acarretava dúvidas que só aumentavam ao passar das aulas.

O conhecimento prévio não foi tão exposto por eles, na grande maioria conseguiam relacionar o conteúdo tratado ao seu dia a dia, daí logo mostravam uma melhor compreensão. Devido a isso, as aulas foram replanejadas para que se houvesse uma união de teoria e prática, sem descaracterizar nenhuma delas e que conseguisse o máximo chegar ao seu dia a dia e convívio social.

Os alunos apresentaram uma boa participação em todas as aulas, sempre todos querendo participar, bem disciplinados, querendo conduzir sozinhos as atividades e, no desenvolver das aulas, mas perguntas fluíram e a percepção deles avançavam, por exemplo, quando foi abordado o tema energia com a turma do 8º ano, um aluno trouxe para as discussões uma reportagem que vira em um programa de televisão. Segundo o relato do aluno, na reportagem era apontado a geração de energia eólica, e ele que esse tipo de energia não gerava gases poluentes e que sua fonte era inesgotável, como pontos positivos, porém tinha pontos negativos, já que pode acorrer impactos com aves locais, como também poluição sonora. O aluno relatou em sala de aula essa situação, como também repassou para os demais colegas, possibilitando assim uma discussão sobre geração de energia.

Avalia-se que tais atividades contribuíram para melhor compreensão de conteúdo, além de uma melhor participação em sala de aula, deixando de ser apenas o aluno ouvinte.

CONSIDERAÇÕES

Aulas práticas favorecem a compreensão dos conteúdos abordados, como também mais participação dos alunos em sala de aula. Quando há uma via dupla de conhecimentos que são trocados entre o professor e o aluno, percebe-se que ele se sente inserido nas aulas, não mais como o ouvinte e sim como parte principal do desenvolver das atividades em sala de aula. Essa participação contribui positivamente na relação de ambos como também da escola e com a sociedade como um todo.

A medida em que as atividades eram realizadas, ficou evidente que aulas práticas que ultrapassam o uso exclusivo do giz e lousa, colaboram para uma melhor compreensão de conceitos científicos e no processo de ensino-aprendizagem, proporcionando ao aluno uma maior participação nas aulas de ciências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chassot, A. (2000). *Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí, PA: Unijuí.

Delizoicov, D; Angotti, J. A. (1994). *Metodologia do Ensino de Ciências*. 2. ed. São Paulo, PA: Cortez.

Fracalanza, H.; Amaral, I. A.; Gouveia, M. S. F. (1986). *O ensino de Ciências no 1º grau*. São Paulo, PA: Atual Editora.

Leite, A. C. S.; Silva, P. A. B.; Vaz, A. C. R. (2005). A importância das aulas práticas para alunos jovens e adultos: uma abordagem investigativa sobre a percepção dos alunos do PROEF II. *Revista Ensaio*, 1(7).

Ludke, M; Andre, E.D.A. (2012). *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo, PA: E.P.U.

Silva, L. H. De A.; Zanon, L. B. (2002). *A Experimentação No Ensino De Ciências*. In: Vasconcelos, A. L. S.; Costa, C. H. C.; Santana. J. R.; Ceccatto, V. M. *Importância da abordagem prática no Ensino de Biologia para a Formação de Professores*. Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura Plena em Ciências/Habilitação em Biologia/Química, Universidade Estadual do Ceará, Limoeiro do Norte, Ceará, Brasil.

Zanon, D. A. V; Freitas, D. (2007). A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. *Ciências & Cognição*, (10), 93-103.

Las TIC como elemento vertebrador del aprendizaje relacional basado en proyectos en enseñanzas medias

Luque, F. J., Morante, F., Mendoza-Fernández, A. J., Martínez-Hernández, F., Mota, J. F.

*Departamento de Biología y Geología. Facultad de Ciencias Experimentales.
Universidad de Almería.*

luque.tecnologia@gmail.com

RESUMEN

En el paradigma académico moderno el estudiante, nativo digital, ha de ser un agente capaz de integrar distintas disciplinas para encontrar solución a problemas planteados y emplear el propio proceso para continuar aprendiendo. Las TIC cuentan con un valor fundamental al permitir vincular al docente en la figura de creador de recursos con los alumnos, consumidores de información en el ejercicio de sus competencias y actores principales de su proceso de aprendizaje. La interdisciplinariedad y el agrupamiento flexible a la hora de diseñar los proyectos, aseguran que la solución al problema planteado sea abordada desde diferentes ópticas enriqueciendo y aportando valor al trabajo del grupo. Emplear la construcción a escala de proyectos en modo abierto en lugar de guiado estimula el interés por descubrir qué principios y leyes físicas y/o matemáticas esconde la solución final, qué historia rodea al objeto y cómo podrían mejorarse los diseños reales existentes.

Palabras clave

Didáctica, educación, e-Learning, metodología, webinar.

INTRODUCCIÓN

Decía Frederick Reif (1995) que la enseñanza es un problema que requiere transformar un sistema S (el estudiante) desde un estado inicial Si a un estado final Sf . Para que esto ocurra, es necesario hacer un análisis de los objetivos finales a los que se pretende llegar, conocer su estado inicial, y diseñar el proceso para llevarlos del estado inicial al final.

Desde hace años distintos especialistas en metodología del aprendizaje vienen discutiendo acerca del cambio de modelo educativo que la sociedad actual demanda para sus futuros científicos, profesionales o investigadores. Habiéndose constatado el hecho de que el método clásico, apoyado en la clase magistral en pizarra de tiza, va dejando paso a la atención centrada sobre el alumno poniendo en práctica metodologías docentes que aumenten su protagonismo (Rodríguez, 2011) –incorporar las TIC a la actividad del aula y crear formatos de aprendizaje interdisciplinares adaptados a la realidad del grupo, conocida ésta a partir de una evaluación inicial del mismo en las distintas competencias– es una consecuencia natural.

Es una realidad que las enseñanzas medias y universitarias cuentan con un público que consume diariamente ingentes cantidades de información por multitud de canales y con diversos intereses. Esta información puede presentarse en forma de documentación descargable: vídeo tutoriales aislados, cursos de e-Learning, webinars, podcasts, foros de

participación abierta o microentornos cualificados, artículos de opinión en blogs, noticias en medios digitales, etc. La fiabilidad de la información dependerá, principalmente, del canal escogido, de la solvencia del autor que la origina y de la formación del usuario en la materia.

Uno de los problemas principales que pueden observarse en un aula a la hora de localizar la información, consiste en los prejuicios que los estudiantes presentan ante las distintas fuentes. Para muchos alumnos la verdad se encuentra tras el primer *link* que arroja el buscador de turno, tras una selección poco estudiada de términos por parte del usuario. Y es aquí donde entran en juego los centros educativos con la misión de formarles a partir de su falta de información en los medios para encontrar recursos veraces, contrastados y rigurosos (Campos, 2015).

Dado que educar también es fomentar el espíritu crítico y ofrecer información útil y fiable, el equipo docente debe liderar este proceso al incorporar sus propios materiales a los medios digitales propiciando que sus estudiantes alcancen, de forma progresiva, la madurez necesaria para ser autónomos en la solución de los problemas (proyectos) planteados.

Incorporar al aula los recursos informáticos es una necesidad cada vez más patente, pero no hacer un buen uso de los mismos puede ocasionar más perjuicios que beneficios (Fallas, 2011).

En el informe de la OCDE (2015), se recoge que alumnos que emplean las TIC durante un tiempo comprendido dentro de la media de la OCDE, con adecuado software y velocidad de conexión, incrementan los resultados obtenidos en el Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (PISA), no ocurriendo lo mismo con los que superan esta cifra.

La mera dotación de equipamiento tecnológico en las aulas no aporta un valor en sí mismo al proceso de enseñanza aprendizaje (Álvarez, 2015). Países que han realizado un importante esfuerzo en incorporar modernos medios informáticos al aula han visto cómo las cotas de éxito que se esperaban alcanzar no han sido materializadas en pruebas diagnósticas por diversos motivos entre los que cabe destacar:

- Seguimiento desigual en el uso de esta metodología por parte del profesorado (Cabero, 2004; García-Valcárcel y Tejedor, 2006).
- Creación de recursos deslocalizados para el conjunto del currículo del alumno y elección de un método de presentación de los recursos de bajo atractivo para el usuario (Fainholc *et al.*, 2013).

En línea con lo preconizado por Marqués (1996), son muchas las ventajas pedagógicas que se derivan de explotar la componente práctica de los contenidos expuestos en el aula. Se trata de crear un conjunto de valor para el estudiante donde sea él el actor principal en el proceso de aprendizaje. Ha de integrar la capacidad de imaginar una solución –que le permita resolver de forma individual y grupal un problema planteado con recursos que están a su alcance, aunque no los haya interiorizado aún– profundizando en el autoaprendizaje y en las destrezas propias de su etapa, que le hagan trasladar al plano físico, los conceptos teóricos ideados en un proceso previo de análisis. Ha de ser capaz de predecir el comportamiento de un objeto fabricado con su participación y expresar en forma de documentos adecuados el proceso seguido, desde la concepción de la solución hasta el estudio de las desviaciones con respecto al modelo originalmente ideado.

OBJETIVO

Evaluar el grado de interés y participación que genera la incorporación del método de aprendizaje por proyectos con el uso de las TIC en comparación con el método tradicional en alumnos de 3º ESO.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio se valora la actividad de un grupo de alumnos de tercer curso de ESO de 15 años de media, opción bilingüe y con un 100% de individuos con acceso a Internet en su domicilio, que ha permanecido sin cambios en sus componentes durante dos cursos consecutivos: el profesorado correspondiente a las materias de Tecnologías y Matemáticas (las principales implicadas en este estudio) no ha variado en estos dos cursos y, en ambos casos, la metodología empleada en el curso anterior (2014-15) fue una metodología de proyecto dirigido a partir de documentación aportada directamente al alumnado por el docente.

En el presente curso se ha estimulado al grupo haciendo uso de las TIC, ofreciendo una metodología de carácter abierto para que el alumnado busque la solución a un problema planteado. En este caso se consideró que esto permitiría reforzar su capacidad de autoaprendizaje, liberando tiempo en las sesiones ordinarias, para incrementar la cuota de tiempo dedicado a la aplicación práctica del proyecto técnico. Dicho proyecto servirá de elemento vertebrador de contenidos de carácter tecnológico, como de introducción a principios físicos y matemáticos relacionados con la resistencia, las fuerzas y la geometría.

El proyecto en cuestión consistió en el diseño y fabricación de un puente de palos de helado que habría de reunir una serie de requisitos para salvar un accidente geográfico. Dichos condicionantes de partida fueron:

- Tener una luz libre de 250 mm.
- Tener una altura libre de 100 mm, en un ancho mínimo de 100 mm.
- Usar el menor número de barras (palos de helado) posible.
- Resistir la mayor carga posible (ya que habría de someterse a ensayo destructivo).
- Construirse con 100 palos de helado y cola termofusible (sin limitación). Podrían emplearse refuerzos empleando los propios palos de helado en función de los propios criterios de diseño del equipo.
- El tiempo máximo de la fase constructiva fue de 120 minutos.

El alumnado, organizado en grupos heterogéneos de trabajo, en lo que a género y destrezas manipulativas se refiere, tendría que seguir el proceso que se cita:

- Búsqueda de información en soportes digitales (aula y domicilio particular compartiendo y combinando la información a través de Google Drive).
- Proceso de *brainstorming* para la obtención de la solución ideal.
- Puesta en común y elección consensuada de la idea implementada con mejoras de los participantes.
- Fabricación de la idea.
- Prueba de carga.

- Estudio de desviaciones, rediseño y nueva construcción si procede.

Como material inicial se aportaron hojas de trabajo y reparto de tareas, así como una serie de recursos iniciales:

- Vídeos del profesor del grupo sobre escalas numéricas en plataforma *Tiching* (<https://es.tiching.com/t/fdet>).
- *Webinar* elaborado por profesores sobre comportamiento de estructuras con introducción de conceptos geométricos, ecuaciones de equilibrio, incorporación de datos para cálculo por ordenador y un vídeo de una propuesta de construcción. La emisión que los profesores realizaron en abierto por medio de la funcionalidad “emisiones en directo” de la plataforma YouTube se realizó empleando el codificador gratuito *Xsplit Broadcaster* y se atendió el chat para consultas instantáneas.
- Catálogo de vídeo tutoriales disponibles en Google+ agrupado en colecciones al que el grupo tiene acceso al estar vinculado a su comunidad virtual que es moderada por el profesor de referencia (<https://plus.google.com/u/3/104050969605467614109/posts>).
- Comunidad Virtual donde los propios alumnos suben recursos relacionados con la materia que se está cursando en modo vídeo, podcast o documentos, comparten sus dudas en el foro de debate y resuelven las de los demás. (<https://plus.google.com/u/2/communities/111977003344059516068>).

Finalmente se pasó una encuesta a los estudiantes que participaron en esta actividad en la que se le preguntaron los aspectos que se recogen, teniendo en cuenta que las distintas actividades en que era viable fraccionar el trabajo podían encomendarse a más de una persona.

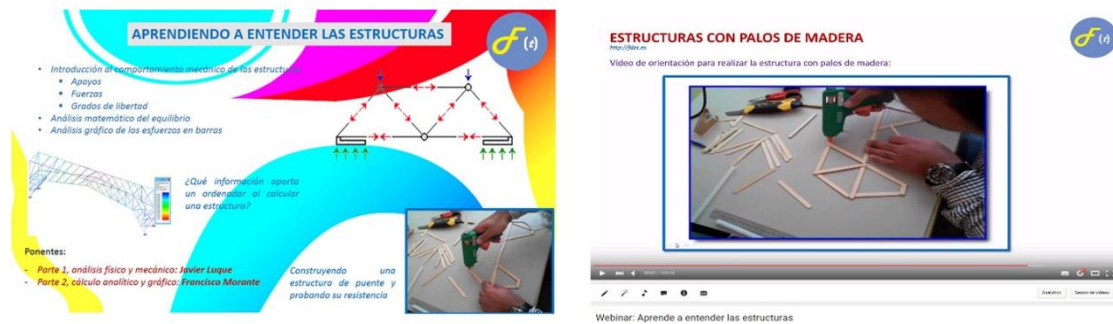


Imagen 1. Ciclos del trabajo: Información previa con recursos digitales elaborados por el profesorado (fila superior) y recursos externos. Fase de diseño, cálculo y construcción (abajo izqda.) y fase de carga (abajo drcha.)

RESULTADOS

La encuesta realizada a los alumnos participantes en la actividad didáctica arrojaron los siguientes resultados (Siendo P: Pregunta; Inf: información extraída de las respuestas):

P: Búsquedas realizadas en fuentes de información: 87.

Inf: esto supone un +36% de búsquedas sobre los datos recogidos del proyecto en el año anterior.

P: Alumnos de ambos sexos implicados en fase de diseño: 24.

Inf: de ellos 14 chicos y 10 chicas suponiendo un incremento de un 16% sobre el número de chicos participantes y una reducción del 20% del número de chicas.

P: Alumnos de ambos sexos implicados en fase de cálculo: 13.

Inf: de ellos seis chicos y siete chicas suponiendo un incremento de un 20% sobre el número de chicos participantes y un incremento del 40% del número de chicas.

P: Alumnos de ambos sexos implicados en fase de ejecución: 30.

Inf: de ellos 19 chicos y 11 chicas. Esto supone un descenso de un 5% sobre el número de chicos participantes y un destacable incremento de participación del 83% en el número de chicas que abordan activamente la fase práctica.

P: Proyectos que cumplen con las especificaciones previas: siete (100%).

Inf: supone un incremento del 16,6% sobre el número de proyectos que cumplían las premisas de partida en el curso anterior.

P: Dudas planteadas fuera del mínimo establecido para la actividad: 29.

Inf: supone un incremento del 41% sobre el número de consultas planteadas por el alumnado de forma paralela a la ejecución del proyecto. Las dudas más repetidas fueron, en orden decreciente de demanda, las siguientes:

- Materiales de construcción empleados en estructuras de puentes.
- Cargas reales que se incluían en los cálculos.
- Forma de garantizar el equilibrio de las estructuras.
- Forma de calcular las megaestructuras de civilizaciones antiguas (acueducto de Segovia, puente romano de Córdoba, Giralda de Sevilla).
- Influencia de las cargas sísmicas a las estructuras.
- Otras.

Con respecto a la valoración de los estudiantes hacia el proyecto en sí, los contenidos aprendidos, el método de aprendizaje y el interés suscitado por ampliar los conocimientos mínimos, los resultados arrojados sobre un total de 30 componentes del grupo fueron:

- **A**, Interés del proyecto: *0-poco o nada / 5-mucho*.
- **B**, Forma de aprender conceptos geométricos: *0-aburrida / 5-interesante*.
- **C**, Forma de aprender principios físicos: *0-aburrida / 5-interesante*.
- **D**, Interés por ampliar conocimientos matemáticos: *0-ninguno / 5-mucho*.
- **E**, Interés por ampliar conocimientos físicos: *0-ninguno / 5-mucho*.
- **F**, Interés por conocer más sobre carreras científicas y técnicas: *0-ninguno / 5-mucho*.

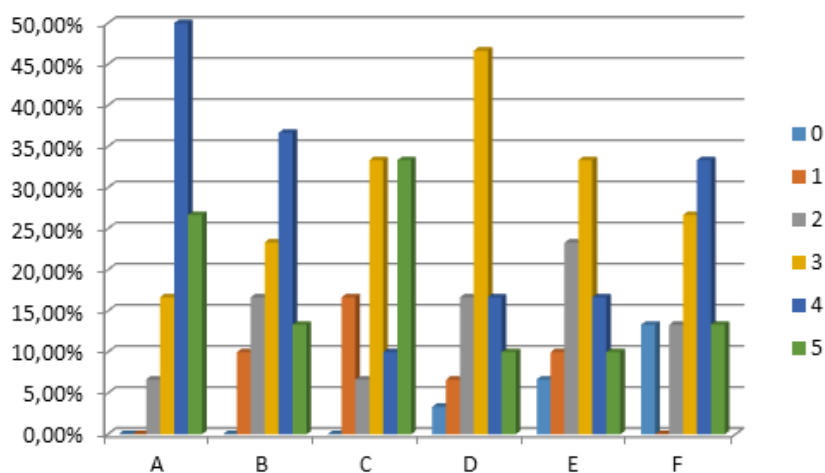


Tabla 1: valoración del alumnado hacia la práctica

Preguntados sobre las fuentes donde han logrado obtener la información requerida los resultados arrojados fueron:

- 64,3% - YouTube.
- 14,2% - Foros.
- 9,6% - Blogs especializados.
- 4,5% - Familiares y conocidos.
- 3,2% - Wikipedia.
- 3,1% - Google Plus.
- 1,1% - Twitter / Facebook.

Preguntados sobre las dificultades encontradas en el conjunto de la actividad los resultados arrojados fueron:

- 38,6 % - Comprender el método de cálculo (tanto analítica como gráficamente).
- 27,4 % - Diseño de la estructura.
- 16,5% - Conseguir equilibrar la estructura.
- 14,5% - Adaptar las tareas al tiempo de ejecución.
- 3% - Otros.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La motivación del alumnado para convertirlo en parte activa de este proceso de aprendizaje fue un reto para los docentes implicados debido a que se pretendió incorporar al estudiante contenidos que, estrictamente, podrían haberse encuadrado en materia de cursos superiores (aunque la prueba de evaluación inicial mostraba unas habilidades favorables del grupo para enfrentarse a la tarea). Dado que una parte importante del trabajo hubo de realizarse fuera del centro (documentación, reparto de tareas, puesta en común), se pensó que una falta de motivación inicial sería letal para el buen desarrollo de la práctica por lo que se optó por emplear a fondo las funcionalidades de la plataforma gratuita de comunidades de Google de tal forma que el propio alumnado incorporó periódicamente contenidos a su comunidad, participó en debates públicos con profesorado y compañeros y creó sus propios documentos compartidos haciendo uso de la aplicación Drive.

Un punto a destacar de esta actividad lo encontramos cuando se realizó la emisión en directo (webinar) con chat, donde el alumnado preguntaba todas las dudas que le iban surgiendo creando una actividad enriquecedora y absolutamente proactiva, dado que es un medio que los nativos digitales controlan absolutamente y que les permitió, de una forma natural, participar de forma mucho más notoria de lo que venía siendo una sesión ordinaria en el aula.

De esta experiencia pudieron extraerse las siguientes conclusiones:

- El alumnado se mostró más receptivo al aprendizaje al considerarse un elemento imprescindible del proceso.
- Se estableció una suerte de empatía entre alumnado y profesores debido a que fue entendido el sobreesfuerzo que supuso poner en práctica todo el dispositivo que acabó concluyendo con el proyecto logrado. Es por ello que se contó con una gran participación en la sesión del *webinar* (a juzgar por el número de comentarios orientados al proyecto dado que participaban numerosos usuarios externos al centro) y, también, se han estado sumando visitas al vídeo de escritorio de la sesión que fue grabado y subido al canal YouTube de los profesores.
- Los datos de encuesta mostraron un incremento claro del interés por conocer cómo funcionan las estructuras que trataban de emular con su modelo, así como por profundizar en los principios físicos y matemáticos que permitían predecir el comportamiento estructural.

- El interés por saber más acerca de las titulaciones relacionadas con las matemáticas, la física o la ingeniería reflejó que se habían producido cambios en su forma de plantear el futuro comenzando a ver estas especialidades como algo asequible e interesante.
- El alumno no se limitó a ejecutar un guion prediseñado por el equipo docente, antes bien, se fijaron unos objetivos a cumplir en base a unas premisas facilitadas por los diseñadores de la práctica y se siguió un proceso lógico que concluyó con la presentación pública del modelo que reunía todos los requisitos resultando ser la mejor solución al problema planteado.
- La interdisciplinariedad en esta actividad permitió una consecuencia natural del proceso de aprendizaje guiado por proyectos como es que se abordara la solución del problema desde distintas ópticas y habiendo facilitado al alumno las herramientas necesarias conforme éstas han sido solicitadas por los canales y en los tiempos adecuados.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, P. (2015). Usar mucho el ordenador en clase no ayuda al alumno, según la OCDE. El País– Último acceso el 15-septiembre-2016 desde http://politica.elpais.com/politica/2015/09/14/actualidad/1442263820_176677.html.
- Cabero, J. (2004). Formación del profesorado en TIC. El gran caballo de batalla. *Comunicación y Pedagogía. Tecnologías y Recursos didácticos*, 195, 27-31.
- Campos, R. (2015). Fuentes de Información. Último acceso el 20-julio-2015 desde <http://hdl.handle.net/10366/125936>.
- Fainholc, B., Nervi, H., Romero, R., Halal, C. (2013). La formación del profesorado y el uso pedagógico de las TIC. *RED, Revista de Educación a Distancia*, 38, 1-14.
- Fallas, J. G. (2011). El potencial tecnológico y el ambiente de aprendizaje con recursos tecnológicos: informáticos, comunicativos y de multimedia. Una reflexión epistemológica y pedagógica. *Actualidades investigativas en educación*, 3(1), 1-23.
- García-Valcárcel, A., Tejedor, F. J. (2006). Condicionantes (actitudes, conocimientos, usos, intereses, necesidades formativas) a tener en cuenta en la formación del profesorado no universitario en TIC. *Rev. Enseñanza. Anuario Interuniversitario de Didáctica*, 23, 115-14.
- Marqués, P. (1996). El software educativo. En J. Ferrés y P. Marqués, *Comunicación educativa y Nuevas Tecnologías*. (pp 119-144). Barcelona: Praxis.
- OCDE. (2015). epígrafe 3.7 “las TIC en los centros educativos” Último acceso 2015 desde <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/panorama-de-la-educacion-2015.-informe-espanol.pdf?documentId=0901e72b81ee9fa3>
- Reif, F. (1995). Understanding and teaching important scientific thought processes. *Journal of Science Education and Technology*. 4 (4), 261-282.
- Rodríguez, M. (2011). Metodologías docentes en el EEES: de la clase magistral al portafolio. *Tendencias pedagógicas*, 17, 83-102.

Las TIC en la Educación Científica. Un Atlas Digital de Micología

Márquez, J. R., Villagrán, C. L., Suárez, P. G., Meneses, M. C., Escobedo, A. B., Zenteno, D.

Facultad de Ciencias Químicas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México.

jose.marquez@correo.buap.mx

RESUMEN

Se plantea como objetivo que los alumnos de un curso de Micología desarrollen habilidades en la aplicación del conocimiento científico mediante la elaboración de un Atlas Digital de la morfología macroscópica y microscópica de hongos saprófitos y contaminantes, como herramienta para la identificación de los diversos hongos microscópicos. En la primera etapa, un grupo de alumnos realizó diversos muestreos ambientales y aislaron diferentes hongos haciendo un respaldo fotográfico. Posteriormente identificaron los hongos con base en su morfología macroscópica y microscópica, obteniendo las imágenes para la elaboración del Atlas, recopilando la información en formato pdf. Para evaluar el trabajo, se utilizó este Atlas Digital en un grupo de 44 alumnos, distinto al que lo elaboró. Con el fin de valorar su punto de vista ante el uso del Atlas, se les aplicó un cuestionario de opción. Para medir resultados se utilizó el escalamiento tipo Likert.

Palabras clave

Atlas Digital, Enseñanza de las Ciencias Biológicas, Micología

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Las TIC se han utilizado en la enseñanza desde hace tiempo, en todos los niveles y en todas las áreas educativas (UNESCO, 2016). En la enseñanza de las ciencias, tienen un particular interés porque ayudan a asociar el trabajo práctico con los conceptos teóricos, de modo que se considera incompleta una formación teórica sin el correspondiente contenido procedimental (Barberá y Valdés, 1996). La necesidad de elaborar los propios materiales didácticos en formato digital requiere conocer, seleccionar, utilizar y adaptar estos materiales informáticos a los contenidos propios de la asignatura. Una imagen, un video, un texto o una fotografía (sean digitales o no) pueden ser adaptados a distintos escenarios educativos y con diferentes propósitos. Es el profesor el responsable de dar sentido pedagógico a estos materiales incorporándolos a sus actividades y utilizando las estrategias didácticas que considere más oportunas.

De acuerdo con diversos autores, por ejemplo Pontes (2005), las TIC en la enseñanza de las ciencias han servido entre otras muchas cosas, para la “utilización de Internet o de enciclopedias interactivas para buscar información sobre un tema concreto por parte de los alumnos”.

Es posible encontrar en internet otros Atlas de Micología muy bien elaborados, sin embargo, la diferencia de este Atlas con respecto a otros trabajos, es que este obedece a los objetivos concretos de nuestra asignatura. Entre los trabajos revisados, por ejemplo el

de Carvalhaes de Oliveira (2013), por tratarse de un Atlas de Micología Médica, no incluye muchas especies y son sólo hongos que causan enfermedades, no se incluyen a los hongos contaminantes que causan alteraciones principalmente en los alimentos, ya sea favoreciéndolos o deteriorándolos.

Justificación

Para el aprendizaje de la caracterización y clasificación de los hongos, es necesario que los alumnos relacionen adecuadamente los conceptos empleados en Micología, con las imágenes representativas de los hongos, resaltando el papel activo que toman los alumnos en la observación, dado que para la psicología no existe ilustración sino observador, en la medida que es éste el que le dota de significado (Deforge, 1991).

Perales y Jiménez (2002) mencionan varios puntos en cuanto a la relación del texto y las imágenes o ilustraciones:

- Las ilustraciones adecuadas ayudan a comprender el texto ilustrado, facilitan su memorización, especialmente a largo plazo, y permiten una gran variedad de funciones instructivas. Algunos autores proponen que las ilustraciones facilitan el aprendizaje aportando un contexto en el que se organiza la información contenida en el texto.
- En algunas ocasiones, las ilustraciones pueden sustituir muy bien a las palabras aportando con mayor eficacia información extralingüística.
- Los lectores tienen dificultad para comprender las ilustraciones complejas si no se les ayuda a la hora de leerlas. Muy a menudo los lectores observan superficialmente las ilustraciones sin esperar de ellas información relevante.
- Las ilustraciones provocan reacciones afectivas y hacen más atractivos los documentos.

En cuanto a los conceptos propios de la Micología contenidos en el Atlas, tomamos en cuenta que en el pasado los hongos se consideraban causas relativamente insignificantes de infección, esta visión se modificó en cuanto los laboratorios clínicos se interesaron en proporcionar servicios de diagnóstico micológico. En la actualidad, se sabe con certeza que los hongos son causas comunes de infección, sobre todo en los pacientes inmunodeprimidos (Bailey y Scott, 2009).

De las más de 100,000 especies existentes de hongos en la naturaleza, la mayoría de éstos no causan ningún daño a la salud y no llegan a 100 las que han demostrado su capacidad de producir enfermedades en el hombre. Los hongos son beneficiosos por su papel en el ciclo natural del carbono, en la nutrición de las plantas o en la producción industrial de bebidas (vino, cerveza), alimentos (pan, queso, setas) y los más variados productos químicos, incluidos los antibióticos. Algunos pueden alterar los alimentos o utensilios humanos, pero muy pocos son patógenos (Pumarola, Rodríguez y García, 1999).

Es necesario mencionar que, de estas 100,000 especies de hongos en la naturaleza, para la elaboración del Atlas nuestro interés se centró sólo en los hongos denominados filamentosos, dada su importancia en Medicina y en la alimentación, como se ha mencionado. Además de que son los incluidos en nuestro curso de Micología.

En el estudio de Micología, la clasificación e identificación de los hongos ocupa un lugar significativo. Los modelos educativos tradicionales relacionan este tipo de contenidos con aprendizajes puramente memorísticos, pero las actuales consideraciones didácticas conducen a la necesidad de centrar el contenido conceptual preferentemente en el trabajo

de los alumnos, incluyendo actividades diversas, entre ellas las de tipo investigativo. Los nuevos modelos pedagógicos apoyados en el aprendizaje virtual, deben por tanto atender, en la didáctica de las ciencias experimentales, también a los objetivos procedimentales, que persiguen el desarrollo de determinadas destrezas intelectuales en relación con los procesos científicos. Para la elaboración de este Atlas contamos con la participación activa de los alumnos que cursaban en ese momento la asignatura de Micología, quienes realizaron investigación bibliográfica, identificaron los hongos y tomaron fotografías utilizando, en algunos casos, sus propios teléfonos celulares (móviles).

Con este Atlas se pretende que los alumnos que colaboran en su elaboración, desarrollen las habilidades necesarias para la investigación de las diversas estructuras que poseen los hongos y que son de utilidad para su identificación y posible diagnóstico. De igual forma se trata de que los estudiantes que utilizan el Atlas puedan facilitar su aprendizaje acerca de los conceptos presentados, haciendo más atractiva la asignatura de Micología.

OBJETIVOS

General

Favorecer en los alumnos el desarrollo de habilidades intelectuales y prácticas mediante la elaboración de un Atlas Digital de Micología para apoyo en la docencia.

Particulares

- Aislar hongos filamentosos del medio ambiente.
- Realizar microcultivos de los hongos aislados.
- Identificar de forma macroscópica y microscópica a los hongos aislados.
- Tomar fotografías de los cultivos y de las laminillas.
- Elaborar el Atlas Digital de Micología.

METODOLOGÍA

El presente trabajo se desarrolló en el Departamento de Microbiología de la Facultad de Ciencias Químicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México; durante los cursos escolares 2014-2015.

En primera instancia se realizó el trabajo de laboratorio con el fin de integrar el material gráfico útil para la identificación tanto microscópica como macroscópica de los diferentes tipos de hongos. En seguida se tomaron las fotografías y se procedió a la identificación y descripción escrita de cada uno de los hongos, contando con la participación de profesores, tesisistas y alumnos que, de forma directa e indirecta, ayudaron con la contribución de material intelectual, fotográfico y bibliográfico necesario para este trabajo.

Los pasos que se siguieron se enumeran a continuación:

1. Trabajo de laboratorio

- Toma de muestra. Técnica de la placa expuesta. Se colocaron placas abiertas de Agar Papa Dextrosa (PDA) durante 15 minutos a nivel del suelo o bien en alguna superficie. Incubar las placas de PDA a temperatura ambiente (26°C) por 8 días.
- Aislamiento de microorganismos obtenidos. Posterior a la incubación de las placas PDA, se observan y enumeran los diferentes tipos de colonias obtenidas de cada una de las placas. En placas con crecimiento fúngico variable (más de 3 colonias con

características morfológicas diferentes), se trasladan las colonias a placas individuales para evitar la contaminación entre ellas.

- Identificación macroscópica. Se llevó a cabo la descripción de las principales características de la colonia (durante el crecimiento y al final de la incubación): color, textura, aspecto y difusión de pigmentos al medio.
- Identificación microscópica. La observación y descripción de los hongos microscópicos es una tarea que requiere el desarrollo de nuevas metodologías en el laboratorio. Dado que cada vez se emplea equipo más especializado, las técnicas de observación resultan hoy más complejas. Los métodos más utilizados son: El de la aguja (asa micológica), el de la cinta adhesiva, el de la cinta adhesiva modificado y el de microcultivo (Arenas, 2011).

2. Investigación bibliográfica

Identificación y descripción escrita de cada uno de los hongos.

3. Toma de fotografías

Se lograron obtener un total de 220 fotografías de los aislamientos de diversos hongos filamentosos de distintos ambientes, tanto de la morfología macroscópica como de la morfología microscópica.

Los hongos incluidos en este Atlas, fueron recolectados, aislados e identificados por los alumnos que cursaron el laboratorio de Micología. Las fotografías fueron obtenidas con cámaras fotográficas profesionales y con cámaras de teléfonos celulares (móviles) de los propios alumnos.

4. Evaluación

Durante el curso, se aplicó un cuestionario para evaluar la actitud de 44 alumnos ante la utilización del Atlas Digital en diversas tareas. Para medir resultados se utilizó el escalamiento de Likert.

RESULTADOS

El Atlas Digital de Micología se organizó por páginas especificando en cada página:

- El hongo de que se trata.
- En donde se encuentra y algunas de sus particularidades, por ejemplo si es infeccioso o puede ser contaminante.
- Sus características tanto macroscópicas como microscópicas.
- Fotografías de su aspecto macroscópico y también cómo es visto al microscopio.
- Los vínculos o links necesarios para navegar por las distintas páginas o para regresar al índice. Esto permite al lector ir a una determinada sección o a la galería de imágenes de la especie micótica de su interés, sin la necesidad de hacer la transición hoja por hoja.

Un ejemplo del contenido podemos verlo en la Fig. 1.

Características macroscópicas		Características microscópicas	
Crecimiento:	Rápido (4 días)	Tipo de micelio:	Macrosifonado (4-8 µm).
Tamaño:	Ilimitado.	Tipo de hifas:	Hialinas y septadas, con membrana gruesa refringente.
Color:	Amarillo o naranja intenso. Algunas cepas son blanco amarillentas.	Reproducción anamórfica	Artróconidios y blastoconidios hialinos, globosos y ovoides (1-3 µm).
Pigmentos:	Naranja, poco difuso al medio.	Estructuras de reproducción	Ninguno.
Aspecto:	Veloso, polvoriento y seco.	Otros:	Forman cadenas de esporas en forma de rosario.

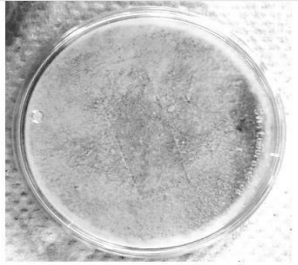
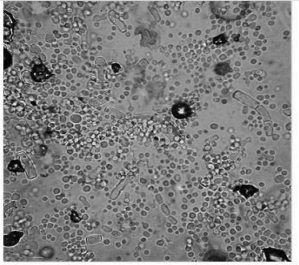



Fig. 1. Ejemplo de descripción y fotografías de un hongo microscópico.

Se realizó en formato pdf dado que es un formato universal de publicación digital que no requiere de programas especiales para su visualización y lectura. Además de que este formato puede ser de fácil acceso desde cualquier dispositivo electrónico actual (computadora, tableta o teléfono celular), dado que es posible ponerlo a disposición, no sólo de nuestros alumnos sino de un público más amplio interesado en estos temas, si se publica en la Web, lo cual es una tarea a corto plazo.

El contenido del texto también está esquematizado a través de marcadores que muestran a manera de índice temático cada sección del Atlas Digital (Fig. 2), además de poseer al final un índice alfabético que permite buscar rápidamente cualquier contenido.

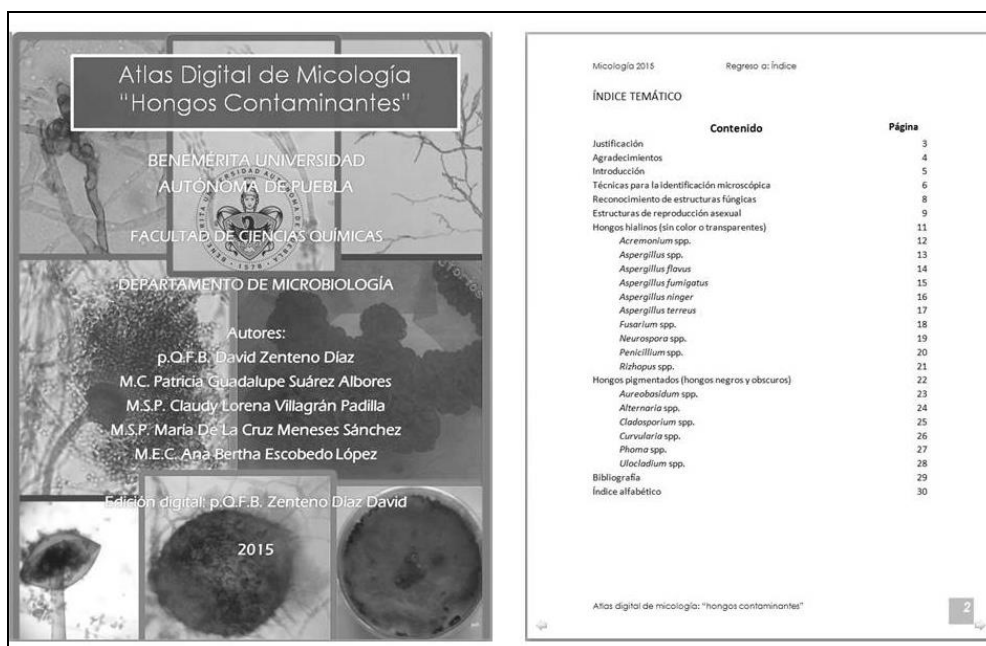


Fig. 2. Portada e índice del Atlas Digital de Micología.

El Atlas contiene portada, índice, justificación, introducción y agradecimientos, además de la organización por páginas mencionada anteriormente. Todo esto acerca de 29 especies de hongos organizados en orden alfabético. Por último la bibliografía empleada.

El Atlas fue grabado en DVD y distribuido a un grupo de alumnos diferente al que colaboró en su realización. Después de que los estudiantes conocieron y manejaron el

Atlas, se les aplicó un cuestionario compuesto por cinco preguntas de opción, para que contestaran con toda libertad dado que no tuvieron que poner su nombre. Así se recabaron las respuestas de cada uno de los 44 alumnos que participaron en la encuesta.

Con este cuestionario se evaluó el punto de vista de los estudiantes acerca del Atlas Digital. Para medir resultados se empleó el escalamiento de Likert (Hernández, 2000).

A las respuestas se les asignaron puntos: No=1, Poco=2, Sí=3 y Mucho=4. En la Tabla 1 se muestra frecuencia de respuestas por pregunta.

Preguntas aplicadas	Frecuencia de respuestas			
	No	Poco	Sí	Mucho
Entendí el lenguaje que presenta el Atlas	0	0	73%	27%
Me ayudó a aprender más del curso	2%	2%	61%	35%
Me pareció fácil su manejo	0	2%	48%	50%
Me ayudó a relacionar lo que ya sabía con los conceptos nuevos	0	2%	52%	46%
Me gustó utilizar este medio para el aprendizaje	0	0	39%	61%

Tabla 1. Resultados de la aplicación del cuestionario.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el 73% de los estudiantes sí entendieron el lenguaje que presenta el Atlas, al 61% si le ayudó a aprender más del curso, al 50% les pareció mucho el fácil su manejo, al 52% si le ayudó a relacionar lo que ya sabía con los conceptos nuevos y al 61% les gustó mucho utilizar este medio para el aprendizaje.

CONCLUSIONES

Se elaboró el Atlas Digital de Micología con la participación de un grupo de alumnos, quienes se vieron involucrados en las actividades de investigación, organización y ejecución de las tareas propuestas por los docentes. De este modo, dispusimos de muchas imágenes y de la información necesaria que nos servirán para desarrollar las habilidades necesarias y así facilitar el aprendizaje y comprensión del amplio mundo de los hongos.

Como resultado de la encuesta realizada en otro grupo, podemos ver que los alumnos entendieron el lenguaje utilizado y los ayudó a aprender más del curso, además de que favoreció el aprendizaje significativo porque pudieron relacionar lo que ya sabían con los nuevos conceptos presentados. Por nuestra parte, pretendemos seguir desarrollando la investigación sobre los hongos y recopilando más imágenes para ampliar el Atlas y así realizar nuevas versiones cada vez más completas.

Como se ha mencionado, el trabajo experimental es una parte fundamental de las disciplinas científicas. El aislamiento de los hongos, la realización de microcultivos, la identificación de formas macroscópicas y microscópicas de los hongos aislados y por último la toma de fotografías, son actividades que sin duda motivan a los alumnos en la investigación y el aprendizaje, tanto conceptual como procedimental de la Micología.

A veces se dice que “una imagen vale más que mil palabras”, pero no siempre es así. Nuestras observaciones requieren de interpretación, el significado que les damos depende de lo que sabemos con anterioridad. En la enseñanza de las ciencias biológicas los significados no “saltan a la vista” cuando observamos o hacemos un experimento, por lo que es necesario que ayudemos a nuestros alumnos a construir sus propios significados a partir de la ciencia que les enseñamos.

BIBLIOGRAFÍA

- Arenas R. (2011). Diagnóstico de laboratorio. *Micología Médica Ilustrada* (pp. 41-57). Mc Graw Hill.
- Bailey y Scott. (2009). *Diagnóstico Microbiológico* (pp. 555-557). 12ª. Ed. Editorial Médica Panamericana.
- Barberá, O. y P. Valdés. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 365-379.
- Carvalhoes de Oliveira, J. (2013). *Atlas de Micología Médica*. Ministério da Cultura. Fundação Biblioteca Nacional de Brasil. Último acceso el 23 de julio de 2015, desde http://www.controllab.com.br/pdf/atlas_micologia_laminas.pdf
- Deforge, Y. (1991). Historia de la comunicación gráfica y diseño técnico (pp. 71-86). En Costa, J. y Moles, A. (eds.). *Imagen Didáctica. Enciclopedia del Diseño*. Ed. CEAC, Barcelona.
- Hernández, S. R.; Fernández, C. C.; Baptista, L. P. (2000). *Metodología de la Investigación*. D. F., México. Segunda Edición. Ed. McGraw Hill.
- Perales, F. J. y Jiménez, Juan de Dios. (2002). Las Ilustraciones en la Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias. Análisis de Libros de Texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 369-386.
- Pontes Pedrajas, A. (2005). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Segunda parte: Aspectos metodológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (3), 330-343.
- Pumarola A., Rodríguez A., García J. (1999). *Micología General. Microbiología y Parasitología Médica*. Editorial Masson, S.A., 747-748.
- UNESCO. *Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación*. Último acceso el 13 de mayo de 2016, desde <http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/icts/>.

Una experiencia didáctica en el aula a través del seguimiento de flora amenazada

Mendoza-Fernández, A. J., Salmerón-Sánchez, E., Pérez-García, F. J., Martínez-Hernández, F., Garrido-Becerra, J. A., Merlo, M. E., López de Haro, F., Luque, F. J., Morante, F., Mota, J. F.

*Departamento de Biología y Geología. Facultad de Ciencias Experimentales.
Universidad de Almería.*

amf788@ual.es.

RESUMEN

La conservación de la biodiversidad constituye una prioridad establecida en la comunidad científica, y una materia fundamental dentro del currículum de Biología y Geología en educación. El estudio del seguimiento científico de la especie vegetal *Astragalus tremolsianus*, endémica de las cumbres de S. Gádor (Almería), se utiliza para ilustrar los instrumentos de investigación de especies amenazadas en la naturaleza. Uno de los objetivos de esta actividad es acercar al alumnado de enseñanzas medias una realidad que, en muchas ocasiones, le resulta lejana por tener una componente experimental que incorpora conocimientos de diferentes disciplinas académicas. Para facilitar este vínculo se recurre al uso de las TICs, pues son una vía natural de consumir contenidos para los nativos digitales. La reproducción en el aula del seguimiento demográfico de la flora a través de una actividad didáctica innovadora, resulta un método multidisciplinar que aglutina materias como el álgebra, la trigonometría y la biología.

Palabras clave

Botánica, cultura científica, educación ambiental, interdisciplinar, matemáticas, TIC.

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad y su conservación constituyen cuestiones de interés prioritario, internacionalmente establecidas para la comunidad científica (IUCN, 2013). La diversidad biológica es también una materia fundamental dentro del currículum de Biología y Geología en educación. De hecho, la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo de Educación (Anónimo, 2006), modificada por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa, LOMCE (Anónimo, 2013), alude entre sus principios a la necesidad de trabajar sobre el conocimiento del entorno, valores ambientales y hábitos saludables. Por otra parte, el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre (Anónimo, 2014), por el que se establece el currículum básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato señala como objetivos “Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia” y “Valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo, el cuidado de los seres vivos y el medio ambiente, contribuyendo a su conservación y mejora”.

La propuesta didáctica presentada se fundamenta en la utilización de un modelo a escala real como mediador didáctico, que permite construir representaciones de las ideas de los alumnos de 4º de eso y 1º de bachillerato acerca de un fenómeno abstracto de difícil

representación (Gómez Galindo et al., 2007), como es la conservación de la biodiversidad natural de su entorno. Partimos de un enfoque cognitivo de la ciencia (Gieryn, 1992), teniendo en cuenta que en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias Experimentales se debe prestar especial atención a la capacidad para aplicar el razonamiento científico, adquisición de conocimientos y destrezas tecnológicas y herramientas para interpretar y predecir distintos fenómenos en su contexto y desarrollo de juicios críticos sobre hechos científicos (Soussan, 2013). La Ley 17/2007, de 10 de diciembre, de Educación de Andalucía (Anónimo, 2007), señala en su Artículo 40 que “El currículo deberá contemplar la presencia de contenidos y actividades relacionadas con el medio natural, la historia, la cultura y otros hechos diferenciadores de Andalucía, para que sean conocidos, valorados y respetados como patrimonio propio y en el marco de la cultura española y universal”.

En este sentido, la provincia de Almería brinda al docente de ciencias de la naturaleza, una oportunidad única para conectar al alumnado con el entorno natural. Este entorno, comprendido dentro del Hotspot para la biodiversidad mundial de la Cuenca Mediterránea (Medail y Diadema, 2009), aglutina una altísima diversidad de ambientes (en poco más de 60 kilómetros se transcurre desde el ambiente litoral a la alta montaña bética) y de formas de vida (tan solo en el campo de la botánica existen más de 3.000 especies de flora vascular documentadas [Blanca et al., 2009]). Este patrimonio natural está disponible para ser empleado como recurso didáctico (Mendoza-Fernández et al., 2015).

Un ejemplo de la riqueza natural de la provincia de Almería queda representado por la especie vegetal *Astragalus tremolsianus* Pau, el “Garbancillo de Gádor”. Es un endemismo exclusivo de la sierra de Gádor de la familia de las leguminosas. Se encuentra a unos 2.100 metros de altitud. Vive en el fondo de dolinas o pequeños poljes, sobre suelos ricos en materiales finos, limo-arcillosos (Mota et al., 2003). Se ha estimado que sus poblaciones se han reducido a causa de roturaciones del terreno y que actualmente cuenta con unos 16.000 individuos (Mota et al. 2004). Esta planta cuenta con protección legal y además, está incluida en el *Libro rojo de la flora vascular amenazada de España* (Moreno, 2010) y en la *Lista roja de la flora vascular de Andalucía* (Cabezudo et al., 2005), catalogado como "En Peligro Crítico" de extinción.

Dado su delicado estado de conservación, desde el año 1995, el grupo de investigación Biología de la Conservación (RNM-344) de la Universidad de Almería, lleva a cabo un seguimiento de las poblaciones. Esta operación se efectúa mediante el censo anual de parcelas permanentes de 3x3 metros de lado, en las que se cuentan los individuos y se anotan sus características principales: número de hojas de la roseta, señales o no de herbivoría, número de flores, de frutos y de semillas por fruto. Estos datos sirven para construir modelos demográficos, indispensables para poder conocer el estado de la población y para la toma de decisiones de cara a la gestión (Mota et al., 2009).

Contexto

La actividad didáctica expuesta fue desarrollada en la Universidad de Almería, orientada a alumnos de 4º de E.S.O. de los I.E.S. Rio Andarax, La Salle, Sabinar, Los Ángeles, y de 1º de Bachillerato de los I.E.S. Valle del Andarax y Murgi, en la Semana de la Ciencia del año 2015. Dicha actividad se podría enmarcar en el ámbito de la educación para la conservación, puesto que se trata de un proyecto “...de corte informativo o lúdico con actividades dirigidas a sensibilizar al público” (González Gaudiano, 2002). Sin embargo, sería muy interesante la continuidad de este tipo de actividades en las respectivas aulas del alumnado participante, ya sin la limitación de espacios y tiempos que impone el

contexto en la que fue realizada. En este sentido, la actividad que se describe, podría convertirse en un excelente punto de partida para abordar procesos educativos en torno a proyectos relacionados con especies amenazadas en el entorno del alumnado participante. En ellos, el alumnado, según su nivel e intereses, podría buscar respuestas a preguntas como: ¿Cuál es la situación actual de la especie? ¿Qué factores del medio natural, social y cultural intervienen en sus poblaciones y qué interacciones se dan entre ellos? ¿Cuáles son las amenazas para la especie? ¿Qué opinan los habitantes de las zonas donde se desarrollan? ¿Qué implicaciones económicas tiene la conservación de su hábitat? ¿Qué medidas es necesario adoptar? ¿Qué podemos hacer nosotros? ¿Qué vamos a hacer?... Para responder a estas preguntas se pueden poner en marcha metodologías innovadoras como el Trabajo sobre proyectos o el Aprendizaje basado en problemas, que incluirían procesos de indagación, búsquedas de información, itinerarios didácticos y otras actividades en el medio, juegos de rol, realización de encuestas, diseño y ejecución de campañas, notas de prensa, publicaciones en internet... Todo ello en el marco de la educación ambiental (García, 2002) y la educación para la biodiversidad.

Objetivos

Los objetivos de la experiencia didáctica desarrollada fueron:

- 1.- Dar a conocer la riqueza de la biodiversidad de la provincia de Almería, prestando especial atención a la flora amenazada.
- 2.- Aplicar un enfoque científico para llevar a cabo el censo y seguimiento de las especies vegetales amenazadas de acuerdo con los protocolos de la SEBiCoP (Sociedad Española de Biología de Conservación de Plantas) avalados por el MAGRAMA.
- 3.- Poner de manifiesto el vínculo interdisciplinar entre Matemáticas, Biología y uso de las TIC, al desarrollar una metodología que aglutinó trigonometría, biología y el empleo de una hoja de cálculo.
- 4.- Familiarizar a los estudiantes con el método científico a través del análisis de los datos para el diagnóstico de estado actual de la población de acuerdo con su tendencia demográfica.

Las competencias clave que se trabajaron durante la experiencia didáctica fueron las siguientes:

- La competencia en comunicación lingüística, imprescindible para interpretar toda la información oral y escrita de la actividad, así como para expresar opiniones, dudas, etc.
- La competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, puesta en juego en el manejo conjunto de la Botánica, la Trigonometría y la hoja de cálculo con fines científicos.
- Competencia digital, utilizando la hoja de cálculo con fines científicos.
- Competencia social y cívica, necesaria para ejercer una ciudadanía democrática en defensa de los valores ambientales.

MÉTODOS

Durante la actividad se recreó en el aula una parcela sobre la que se simuló el seguimiento, o censo, de la especie *Astragalus tremolsianus*. Para ello se planteó un cuadrado de 3x3 metros de lado en cuyas esquinas se fijaron unos puntos para anclar cintas métricas que sirvieron para ubicar mediante coordenadas cartesianas la situación de cada uno de los

individuos de esta especie. Estos individuos estuvieron representados por imágenes de la especie recortados sobre cartón, reproduciendo su disposición espacial real en estado silvestre. Los alumnos participantes en la actividad se distribuyeron por equipos de dos o tres miembros, marcaron y contaron los individuos, tal y como se hace en el muestreo en el entorno natural, y triangularon con la ayuda de las cintas métricas la posición de cada individuo según las distancias medidas con las manos derecha e izquierda al centro de cada individuo (para el muestreo real resulta más exacto triangular que usar las coordenadas cartesianas directamente, después, es sencillo transformar las triangulaciones a los ejes cartesianos). Las correspondientes distancias obtenidas se incluyeron en una hoja de cálculo mediante un ordenador portátil. La hoja de cálculo permitió obtener en la pantalla del ordenador una imagen en la que se fueron insertando los diferentes puntos de ubicación de los individuos, tal y como se representa en la figura 1. Además, se muestrearon los diferentes tamaños de cada individuo a través de las medidas de sus diámetros mayor y menor. Se trazaron dos ejes imaginarios, aproximadamente perpendiculares, en cada individuo y se tomaron las medidas en centímetros mediante un metro de madera. Los datos de los diámetros mayor y menor de los individuos se introdujeron en la hoja de cálculo de modo que los tamaños de los individuos se representaran en forma circular, consiguiendo de este modo que las formas irregulares se transformaran en círculos mediante el valor calculado del diámetro medio. Así se realizó el censo en la parcela, quedando registrados en el programa informático tanto los datos de ubicación precisa, como los valores tamaño aproximado de los individuos.

Para la segunda parte de la actividad los alumnos contaron con un archivo de datos reales recogidos en campo durante años anteriores, con un total de 25 individuos muestreados. Con esta información los alumnos ejecutaron el análisis que permitió concluir si la población permanecía estable o se incrementaba positiva o negativamente, y en qué medida. Este es un primer análisis sencillo que consistió en dividir el número de ejemplares del presente año entre el que había el año anterior. De este modo se obtiene λ (lambda) o tasa de crecimiento finito de la población. Esta tasa (λ) es la proporción entre el tamaño de la población en el tiempo “t” y “t+1”. Así pues, si $\lambda > 1$, la población crece; si $\lambda = 1$, la población permanece estable; y si $\lambda < 1$, la población decrece.

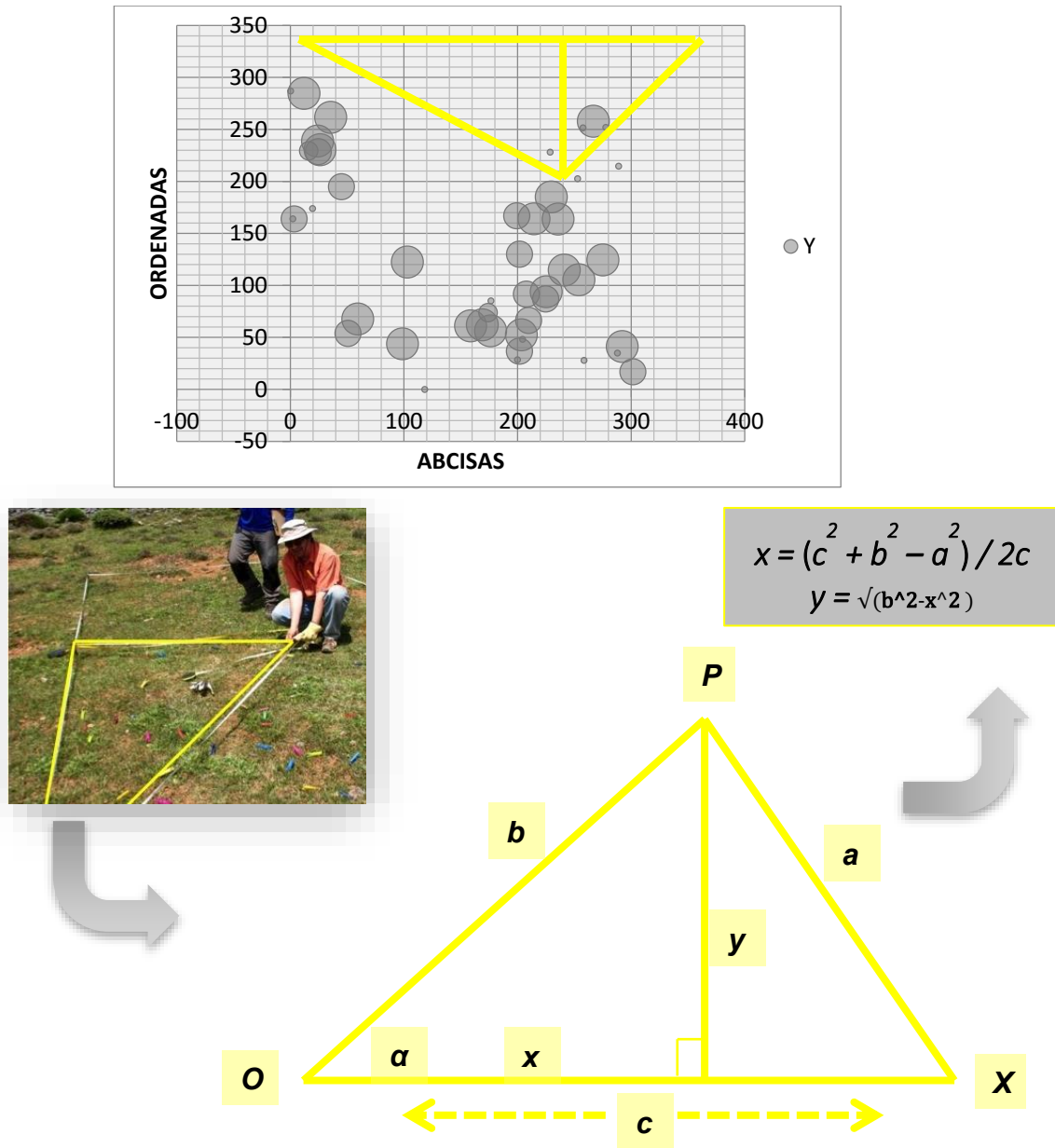


Figura 1. Método de toma de datos en campo y transformación a coordenadas cartesianas

RESULTADOS

Cada alumno realizó un marcaje y muestreo de un individuo de la parcela, guiado por un docente como se representa en la imagen 1. La figura número 1, en su sección superior, muestra el resultado gráfico obtenido por uno de los grupos de alumnos. En este gráfico se observa cómo se han trasladado al programa informático los datos de ubicación y las dimensiones de los individuos muestreados en la parcela representada en el aula. Por otra parte, la tabla número 1 refleja los porcentajes de participación del alumnado en la actividad y los datos de la tasa de crecimiento finito de la población obtenidos por cada uno de los grupos de alumnos que tomaron parte en la actividad didáctica.

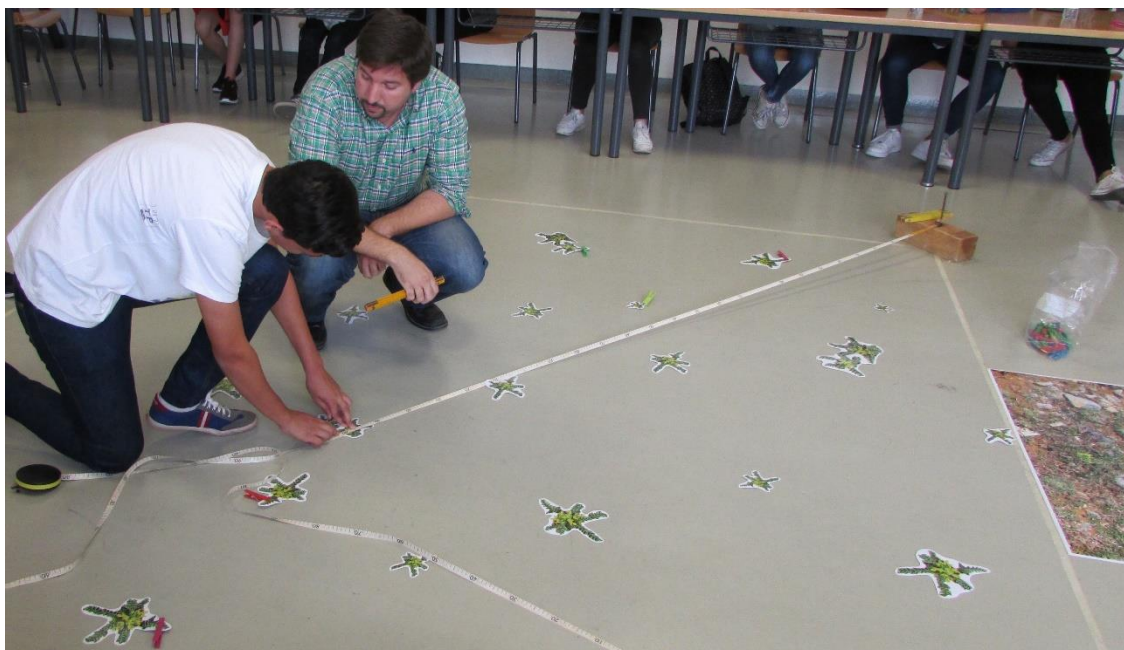


Imagen 1. Ejecución de la toma de datos en el aula por los alumnos

IES	Curso	Alumnos / Participación	% Part.	Muestras	λ	Significado
Río Andarax	4º ESO	23/22	95,6%	26	1,04	Crece 0,04%
La Salle	4º ESO	20/19	95,0%	25	1,00	Estable
Sabinar	4º ESO	10/10	100,0%	17	0,68	Decrece 0,68%
Los Ángeles	4º ESO	21/20	95,2%	17	0,68	Decrece 0,68%
V. Andarax	1º BCH	20/20	100,0%	16	0,64	Decrece 0,64%
Murgi	1º BCH	19/19	100,0%	23	0,92	Decrece 0,92%

Tabla 1. Porcentajes de participación en la actividad y resultados obtenidos tras los muestreos

En el caso de los grupos de 4º de ESO el tutor tuvo que asistir a un número elevado de alumnos (> del 80%) para la correcta toma de los datos e introducción de los parámetros en la hoja de cálculo. Sin embargo, los grupos de Bachillerato mostraron una autonomía casi completa para la ejecución de esta parte de la actividad. Tanto en el grupo de 4º de ESO Río Andarax como en el de 1º de Bachillerato V. Andarax, se registraron casos de repetición en la participación de los alumnos. En cuanto a la obtención de la tasa de crecimiento finito " λ ", todos los alumnos obtuvieron sin dificultad el valor correspondiente a su ejemplo e interpretaron el estado de la población.

CONCLUSIONES

Como ya han apuntado diversos autores las actividades didácticas realizadas en la naturaleza resultan herramientas eficaces para abordar el estudio del medio desde una perspectiva interdisciplinar (López de Haro y Segura Serrano, 2013). Sin embargo, no siempre está al alcance del docente la posibilidad de trasladar al grupo de alumnos a un espacio natural, o de acceder a lugares especialmente delicados, bien por presentar ecosistemas frágiles, o bien por su propia ubicación. En este sentido, trasladar un censo para el seguimiento de las poblaciones de una especie de flora amenazada de alta montaña

al aula, resulta una actividad didáctica innovadora con la que aunar y emplear conocimientos de distintas disciplinas, así como para mostrar una aplicación real de esos conocimientos adquiridos. El uso de herramientas matemáticas implicó una serie de destrezas que requieren la aplicación de los principios y procesos matemáticos en el contexto científico, así como para emitir un juicio fundado en la realización de cálculos, el análisis de gráficos y representaciones matemáticas y la manipulación de expresiones algebraicas, incorporando además los medios digitales.

Esta actividad interdisciplinar que aúna los campos de la biología, las matemáticas, y el uso de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TICs), resultó particularmente atractiva en el marco de la Semana de la Ciencia de la Universidad de Almería, si atendemos al hecho de que fue solicitada por grupos de centros de educación secundaria hasta completar todas las sesiones ofertadas.

El hecho de que la actividad fuese interactiva y que cada alumno se encargara de un muestreo, cohibió a los grupos en un primer momento. No obstante, la posibilidad de trabajar en equipos de dos o tres alumnos alentó a los participantes, pese a la dificultad que le suele suponer al alumno el hecho de enfrentarse a un entorno ajeno y a la participación delante del resto de compañeros. Finalmente se consiguieron altos porcentajes de participación en la experiencia. En todos los grupos se obtuvieron tasas de intervención mayores al 90 % del alumnado, siendo los estudiantes de 1º de Bachillerato los que mostraron una tasa de participación del 100%. Teniendo en cuenta estos datos de participación, la motivación del alumnado se puede considerar como muy alta. Además, la comprensión de la actividad propuesta, en cuanto a la toma de datos, uso de la hoja de cálculo e interpretación final de los resultados, fue bastante alta en todos los grupos, si bien, la colaboración del tutor de la actividad resultó fundamental en los grupos de 4º de ESO. A la luz de esta evaluación cualitativa se puede inferir un grado considerable de éxito en la propuesta didáctica.

El acercamiento al mundo físico y a la interacción responsable con él desde las acciones encaminadas a la preservación y mejora del medio natural resultan decisivas para la protección y mantenimiento de la calidad de vida y el progreso de la sociedad. De acuerdo con esta experiencia, las actividades didácticas relacionadas con el medio natural constituyen un buen recurso para motivar al alumnado, y complementar las programaciones de diversas materias y la incorporación de los recursos digitales al aprendizaje permite universalizar los contenidos y crear puentes entre distintas áreas de conocimiento. La irrupción de las nuevas tecnologías digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje se postula como una herramienta eficaz en el proceso cognoscitivo (Zuluaga et al., 2014). Este enfoque tiene además la originalidad de trasladar fácilmente al aula una experiencia que se desarrolla en plena naturaleza y de transmitir de manera muy directa y veraz el trabajo desarrollado por especialistas en Botánica, así como la metodología de análisis de los datos. El análisis de esos datos permite extraer unas conclusiones sencillas sobre el estado de las poblaciones de esta especie e introducir a los alumnos en el uso del método científico.

BIBLIOGRAFÍA

Anónimo. (2006). Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *BOE*, 106, de 04/05/2006.

Anónimo. (2007). Ley 17/2007, de 10 de diciembre, de Educación de Andalucía. *BOJA*, 252, de 26/12/2007.

Anónimo. (2013). Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE). *BOE*, 295, de 10/12/2013.

Anónimo, (2014). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *BOE*, 3, de 3/06/2015.

Bañares, Á., Blanca, G., Güemes, J., Moreno, J. C., y Ortiz, S. (Eds.). (2010). *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculosa Amenazada de España. Adenda 2010*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino), Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. Madrid.

Blanca, G., Cabezudo, B., Cueto, M., Fernández López, C. y Morales Torres, C. (Eds.). (2009). *Flora Vasculosa de Andalucía Oriental*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.

Cabezudo, B., Talavera, S., Blanca, G., Salazar, C., Cueto, M. y Valdés, B. (Eds.) (2005). *Lista Roja de la flora vasculosa de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.

García, J. E. (2002). Los problemas de la Educación Ambiental: ¿es posible una Educación Ambiental integradora? *Investigación en la escuela*, 46, 5-25.

Giere, R. N. (Ed.). (1992). *Cognitive models of science*. USA: University of Minnesota Press.

Gómez Galindo, A. A., Sanmartí, N. y Pujol, R. M. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 325-340.

González Gaudiano, E. (2002). Educación Ambiental para la biodiversidad: reflexiones sobre conceptos y prácticas. *Tópicos en Educación Ambiental*, 4 (11), 76-85.

IUCN, Red List Committee. (2013). *The IUCN Red List of Threatened Species™ Strategic Plan 2013-2020. Version 1.0*. Prepared by the IUCN Red List Committee.

López de Haro, F. y Segura Serrano, J. A. (2013). Los itinerarios didácticos: un recurso interdisciplinar y vertebrador del currículum. *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, 6(12), 15-31.

Médail, F. & Diadema, K. (2009). Glacial refugia influence plant diversity patterns in the Mediterranean Basin. *Journal of Biogeography*, 36(7), 1333-1345.

Mendoza-Fernández, A. J., Martínez-Hernández, F., Salmerón-Sánchez, E., Pérez-García, F. J., Garrido-Becerra, J. A. y Mota J. F. (2015). El estudio de la Geobotánica y las experiencias en los Espacios Naturales Protegidos como recurso didáctico. In S. del Río et al., (Eds.), *Seminario Internacional Gestión y Conservación de la Biodiversidad IX. La Geobotánica aplicada a la gestión de Espacios Naturales* (pp. 53-54). León: Universidad de León.

Mota, J. F., Cueto, M. y Merlo M. E. (2003). *Flora amenazada de la provincia de Almería: una perspectiva desde la biología de la conservación*. Serv. Publicaciones de la Universidad de Almería, Almería.

Mota, J. F., Aguilera, A. M., Cueto, M., Jiménez-Sánchez, M. L., Lozano, Á., Merlo, M. E., Pérez-García, F. J., Posadas, L., Rodríguez-Tamayo, M. L., Sola, A. J. y Soria, P. (2004). *Astragalus tremolsianus* Pau. In Á. Bañares, G. Blanca, J. Güemes, J.C. Moreno

y S. Ortiz (Eds.), *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España*. (pp. 140-141). Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Madrid.

Mota, J. F., Posadas, L., Soria, P., Rodríguez-Tamayo, M. L., Jiménez-Sánchez, M.L., Sola, A. J., Pérez-García, F. J., Martínez-Hernández, F., Garrido, J. A., Medina-Cazorla, J. M., Mendoza, A. J., Cueto, M., Merlo, M. E., Domínguez, F., Iriondo, J. M. y Albert, M. J. (2009). *Astragalus tremolsianus* Pau. In J. M. Iriondo, M. J. Albert, L. Giménez Benavides, F. Domínguez Lozano y A. Escudero (Eds.), *Poblaciones en Peligro: Viabilidad Demográfica de la Flora Vasculare Amenazada de España*. (pp. 73-76). Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino), Madrid.

Soussan, G. (2003). *Enseñar las ciencias experimentales*. Didáctica y Formación. Oficina Regional de Educación. UNESCO. Santiago de Chile.

Zuluaga, J. M., Pérez, F. E., Gómez, J. D. (2014). Matemáticas y TIC. Ambientes virtuales de aprendizaje en clase de Matemáticas. <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/4190/1/VE14.014.pdf>

Cambios en la percepción de la minería de pizarra. Una propuesta didáctica experimentada con alumnos de bachillerato

Míguez-Rodríguez, L. J.,(*) González, C.,(**) De Paz, C.(*)

(*) IES A Sardiñeira. Avda. Sardiñeira s/n. A Coruña. luismiguel@edu.xunta.es;
cdpaz@edu.xunta.es . (**) EPAPU “Eduardo Pondal” – A Coruña.

concepción.gonzalez@edu.xunta.es

RESUMEN

Se presenta una propuesta didáctica basada en una visita realizada a una explotación de pizarra ubicada en Carballeda de Valdeorras (Ourense), con el alumnado de bachillerato del IES “A Sardiñeira” (A Coruña), para conocer “in situ” su influencia. A partir de dicha visita analizaron de forma sistémica lo que representa la minería para dicha área, valorando su impacto social, económico y medioambiental. En la actualidad, el conocimiento relativo a la actividad minera y sus consecuencias es imprescindible para el alumnado de bachillerato, para que puedan comprender y posicionarse sobre temas trascendentales en la sociedad como es la polémica ciudadana entre minería si o minería no. Que si bien hay un común acuerdo en que esta actividad es imprescindible, el debate se centra en el grado de dificultad que supone el exigir a las empresas un mayor respeto medioambiental y a los poderes públicos hacerlas cumplir.

Palabras clave

Experiencias innovadoras, Impacto Ambiental, Minería, Bachillerato.

INTRODUCCIÓN

Las necesidades de nuevos materiales y el aumento de la demanda de buena parte de los ya existentes están empujando a aumentar la presión sobre las materias primas hasta el extremo de iniciar una nueva ofensiva minera, que no solo pretende extraer lo nuevo, sino también reabrir explotaciones que se habían cerrado, bien por una caída en la demanda del mercado, o bien porque los costes de extracción no justificaban su mantenimiento. Y aunque a menudo somos poco conscientes de la presencia e importancia de los minerales y las rocas en la vida cotidiana (Jiménez-Millán; Alfaro; Muñoz; Cañaveras; Alfaro; González-Herrero; López-Martín, & Andreu, 2008; Pérez, 2009), se suele rechazar rápidamente su explotación cuando los perjuicios derivados están muy próximos o nos afectan de inmediato, aunque no sucede lo mismo cuando esto se produce en un lugar alejado.

La importancia industrial, social y económica de la minería, así como sus impactos, se contempla en los contenidos curriculares de ciencias de la naturaleza de la E.S.O. y de bachillerato. Concretamente, en el currículo de Biología y Geología de 3º curso de E.S.O., dentro del Bloque de Contenidos relativo al “El relieve terrestre y su evolución”, en el epígrafe relativo a: “la acción geológica del ser humano”. También en 4º curso de E.S.O., en el Bloque “Ecología y medio ambiente”, figuran de forma explícita tanto los impactos sobre el medio (Impactos Ambientales), como su protección (Protección del Medio Natural). También en Biología y Geología de 1º de bachillerato, en el Bloque 7.

“Estructura y composición de la Tierra”, en el apartado relativo a las Aplicaciones de interés industrial y social de los minerales y rocas más frecuentes en Galicia”. Sin embargo es en la materia de Ciencias de la Tierra y Ambientales de 2º curso de Bachillerato, donde se contempla el estudio de una manera amplia y profunda de todos los contenidos relativos a riesgos, el impacto ambiental, los residuos, y la gestión y conservación del Medio Ambiente. Por lo tanto, todo el alumnado al finalizar la etapa secundaria obligatoria, y por supuesto el bachillerato, no debería ser ajeno a la importancia de la minería y su problemática ambiental, al menos a nivel de su conocimiento en el contexto escolar. Su importancia se ha evidenciado también en la búsqueda de alternativas didácticas para mejorar la enseñanza de sus contenidos, como son las actividades prácticas desde diferentes puntos de vista: “La esclavitud, el trabajo infantil, guerras y corrupción” (Santó & Curto, 2008); “El impacto físico en el Medio y su posterior vulnerabilidad” (Silva & Vasconcelos, 2004); “La relación entre recursos y los mercados, a través de la sostenibilidad” (Pascual, 2008).

A pesar de ello, y debido a nuestros intereses, las reacciones de rechazo en nuestra sociedad a la minería no son unánimes, y las expectativas de nuevas explotaciones son capaces de generar una viva polémica, en la que los ciudadanos se debaten entre la conservación del medio, la salud, y los puestos de trabajo. Para ilustrar esta situación se puede citar el caso de Galicia, donde en los últimos años se han solicitado permisos para explotaciones a cielo abierto y subterráneas, de minería metálica y de canteras, no solo para nuevas explotaciones, sino también para reanudar la actividad de unas, y para la ampliación de otras ya existentes. Unas con perspectivas de grandes inversiones y nuevos empleos, y otras con la de mantener los existentes. Es evidente que aunque se cite como ejemplo esta Comunidad, se trata de una circunstancia recurrente en cualquier lugar con recursos mineros explotables, donde el problema que se suscita es la seguridad de los ciudadanos y la conservación del Medio Ambiente.

Ante esta situación, consideramos importante que al menos el alumnado de Secundaria de la modalidad de Ciencias, adquiera un conocimiento sobre la minería y sus circunstancias que les permita:

- a) Utilizar sus saberes en contextos diferentes a aquellos que los adquirieron.
- b) Ser capaces de participar de forma activa y argumentada en un debate entre conservación y progreso, entre las ventajas y los inconvenientes de ambas opciones, o sencillamente si optarían por negarse a aceptar esa disyuntiva.
- c) Ser conscientes de la dificultad de tomar decisiones sobre la conservación del medio ambiente y progreso, teniendo en cuenta sus repercusiones.

En este caso, el núcleo central de la propuesta es una actividad de campo, que permite la inmersión del alumnado en el contexto del problema y que como otros autores consideramos fundamental para la enseñanza de las Ciencias (Rebelo; Marques & Praia, 2000; Monteiro & Aguaded, 2002, 2004). Además, es en estas actividades prácticas y de vivencias, donde el alumnado vive experiencias de aprendizaje que poco a poco le van a ir haciendo más responsables, críticos, cooperativos y libres ya que los componentes procedimentales y actitudinales de las competencias, no se aprenden de forma aislada, sino promoviendo formas de enseñar en todas las áreas de enseñanza, en las que el alumnado deba superar los conflictos personales y grupales para ir conformando unos comportamientos acordes con las competencias actitudinales deseadas (Zabala & Arnau, 2007). En concreto, se trata de una visita a una cantera de pizarra, para conocer “in situ” la realidad cotidiana en la que se desenvuelve este tipo de explotaciones, ya que es difícil encontrar otro contexto de aprendizaje que sustituya el impacto visual que produce la

observación directa de más de 120 km² (12.000 ha), intervenidos por canteras, pistas y escombreras, en medio de polvo y ruido, con todas sus instalaciones auxiliares.

A partir de dicha visita, se tratará de que el alumnado no solamente valore el impacto ambiental, experiencia ya desarrollada por otros autores (García, 2000), y que resulta obvio en este tipo de explotaciones de gran magnitud a cielo abierto, sino que afronte el problema de la minería desde una visión holística, teniendo en cuenta además la perspectiva económica y social, analizando la repercusión que tiene la actividad en la zona, y valorando como cambiaría la vida en el caso de que las canteras desaparecieran. Todo ello permite colocar al alumno fuera del marco teórico del aula, a la vez que se cumple el objetivo de que *“cuanto más estrecha es la relación entre las actividades realizadas dentro y fuera del aula, más se avanza en la comprensión de los temas trabajados”* (Del Carmen, 2010). Se traslada además a una situación real, donde el ciudadano disfruta de un estatus, a veces efímero, al que no siempre está dispuesto a renunciar, por lo que no resulta fácil decidir sobre el problema, teniendo siempre en cuenta que el Medio Ambiente es patrimonio de todos. Dicha experiencia se llevó a cabo en el IES “A Sardiñeira”, de A Coruña, con los alumnos de Biología / Geología de primer curso de bachillerato y de Ciencias de la Tierra y Ambientales de 2º de Bachillerato durante el curso 2015/16.

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Al plantearse una propuesta que implica el estudio de fenómenos que se producen en el medio natural resulta indiscutible considerar que los alumnos deben tomar contacto con él, utilizando para ello una metodología activa, en la que cada alumno sea el protagonista de su progreso educativo y el profesor actúe como guía y potenciador de ese aprendizaje, siguiendo el modelo utilizado en experiencias anteriores (Míguez & De Paz, 2004; 2006), buscando un enfoque “comunicativo” que permita afrontar las nuevas necesidades sociales y que pueda resultar lo suficientemente versátil como para utilizarse también simultáneamente en niveles educativos diferentes. Además este tipo de metodología facilita espacios para trabajar no solo contenidos conceptuales sino también la reflexión de aquellos contenidos curriculares ligados a procedimientos y actitudes, como la responsabilidad, la capacidad crítica, la cooperación, libertad...etc., es decir los componentes metadisciplinarios de las competencias y que deben formar parte de todas las disciplinas (Zabala & Arnau, 2007)

Participaron los 30 alumnos/as matriculados en ambas materias de 1º y 2º curso de bachillerato. Todos ellos, habían cursado la materia de Biología y Geología en 4º de E.S.O., por lo tanto, disponen de conocimientos previos sobre este tema, que consideramos suficientes para abordar esta actividad. La propuesta se llevó a cabo en tres fases.

1ª Fase

Se inició la primera sesión explicándoles la propuesta que se iba a llevar a cabo y que para comenzar era necesario conocer lo que sabían sobre la minería y su incidencia en el Medio Ambiente y en la sociedad. Para ello era necesario que respondiesen de forma individual a una sencilla encuesta en la que se les pedía que respondiesen a cuestiones como: ¿Has visitado alguna explotación minera? ¿Crees que la minería produce impacto ambiental y socioeconómico?, ¿Es absolutamente necesaria la minería?

Los resultados de dicha encuesta revelaron, entre otras cuestiones que fuera del contexto escolar, la mayoría del alumnado participante (86,4%), no han visitado ninguna práctica

minera y tenían mucha dificultad para relacionar las repercusiones socioeconómicas y las medioambientales. Además solo el 9% considera esta actividad imprescindible.

A partir de esta información, comenzamos a diseñar la 2ª fase de la actividad en la que consideramos imprescindible que el alumnado se inmersione en el problema, tomando contacto directo con el problema objeto de estudio. Para ello era necesario, aunque solo fuese temporalmente, realizar una visita a una explotación minera, observando su entorno, las intervenciones en él y sus consecuencias, pero necesitábamos que su ubicación fuese cercana y que fuese posible su visita en condiciones de seguridad y su actividad fuese relevante para Galicia y España.

2ª Fase

Se optó por visitar la explotación a cielo abierto más grande del mundo, gestionada por el Cluster de la Pizarra de la comarca de Valdeorras (Ourense), pues interesaba colocarlos en un contexto espectacular y extremo y explorar hasta qué punto eran capaces de sensibilizarse ante esa realidad, y tratar de que fuesen capaces de realizar una evaluación a su nivel, más allá de lo puramente superficial, de lo espectacularmente tecnológico, económico o social.



Figura 1. Un grupo de alumnos/as atendiendo las explicaciones del ingeniero de minas que les acompañó durante la visita.

Para afrontar esta fase no se les proporcionó información adicional, para que realizasen la visita partiendo exclusivamente de sus conocimientos previos, si bien se les indicó que su trabajo posterior se desarrollaría en cuatro áreas diferentes sobre las que deberían poner especial atención durante la visita: aspectos geológicos, tecnológicos, económico-sociales y de impacto medioambiental. Para llevar a cabo la organización de la visita de una jornada completa, se contó con la colaboración del Centro de Tecnificación de la Pizarra, que se encargó de poner en marcha toda la infraestructura para el desarrollo de la visita. La 1ª sesión, por la mañana consistió en una visita guiada a la cantera y demás instalaciones (Figura 1), durante la cual se les iba proporcionando la información que iban demandando sobre la extracción de la pizarra, la erosión que producía en el terreno, a donde iban los escombros y el polvo que se generaba, que efectos producía sobre el agua que circulaba en la zona; también hablaron con los trabajadores preguntándoles por sus salarios y por su vida en el Barco de Valdeorras (núcleo de población en el que residen la mayoría de los trabajadores de la zona), siendo ellos en todo momento los encargados de gestionar la información, que les iba a permitir valorar lo que se manifestaba ante ellos; es decir, afrontar una situación que solo es perceptible estando físicamente en el lugar. La 2ª sesión, por la tarde, consistió en la visita al laboratorio de tecnificación e investigación de la pizarra, calidad de materiales, y finalmente a los talleres del módulo de FP, de

técnicos de colocación de pizarra, donde se interesaron por las investigaciones que se llevan a cabo, los usos de la pizarra, a los países que se exporta, etc.

3ª Fase

Se llevó a cabo durante dos sesiones de clase en el laboratorio de Geología y en el aula de informática. Se les explicó que deberían elaborar un pequeño dossier sobre las áreas de trabajo propuestas en la visita (aspectos geológicos, tecnológicos, económicos, sociales y de impacto medioambiental), y que para ello tenían que organizarse en grupos de trabajo de tres o cuatro participantes, distribuyéndose las áreas y finalmente realizar una presentación sobre la minería de la pizarra, con los datos que ellos considerasen más relevantes aportando sus opiniones al respecto.

Para ello se les proporcionó un documento básico elaborado por el profesorado sobre la minería de la pizarra y ellos fueron complementándolo a través de:

- Búsquedas en internet, y mediante la consulta de obra escrita, documentos audiovisuales. Entre otras consultas propuestas: las páginas del Instituto Nacional de Estadística (I.N.E.), para conocer la evolución y la tendencia demográfica de la zona y las páginas de la Cámara de Comercio, y del Cluster de la Pizarra, para conocer la situación económica también de la zona.
- Manejo de herramientas de análisis de imágenes aéreas (Sigpac, Google Earth), con las que pudieron conocer la extensión del área visitada y compararla con otras de considerable extensión en España: Riotinto y Pontes de García Rodríguez.

En esta fase fue necesaria la intervención del profesor moderando el trabajo de los grupos y la selección de la información, así como eliminando nuevas propuestas de áreas de intervención que fueron surgiendo a medida que avanzaba la investigación, para evitar que esta adquiriese una dimensión no deseable.

4ª Fase

En esta última sesión, se solicitó a cada alumno que realizase una valoración personal de la influencia de la explotación en la zona. Para ello se elaboró una tabla basada en la propuesta por García (2000), en la que se trató de incluir de estudio los aspectos observados por los alumnos en la visita y en las áreas de estudio de la 3ª fase (el impacto ambiental en la atmósfera, hidrosfera, geosfera, biosfera y el impacto social y económico en la zona), en total 29 aspectos (Tabla 1). En dicha tabla, se les solicitó que valorasen positiva o negativamente la influencia de cada uno de los aspectos considerados y que seguidamente ponderasen su efecto de 1 a 5.

A continuación, cada uno de ellos analizó sus propios resultados, y se les pidió que reflexionasen sobre ellos y si realmente esperaban esa valoración. En este punto se incluyó un juego de simulación social (Morcillo; Martín & Reyero 2015), donde los alumnos tienen que representar el papel de las distintas partes involucradas:

-“Tus vecinos te han elegido por unanimidad presidente de la comarca y ahora eres el que manda. Debes tomar una decisión respecto a las canteras. Tus vecinos no quieren seguir sufriendo las alteraciones que producen, pero tampoco quieren quedarse sin trabajo. Tienes que ser cuidadoso, ya que de tu decisión depende mucha gente y mucho dinero. Tienes cuatro opciones, elige una. Si no te gustan las propuestas puedes añadir una que se te ocurra”:

ASPECTO QUE EVALÚAS	Influencia Positiva (+) Negativa (-)	Magnitud (de 1 a 5)
Calidad del aire en la comarca.		
Clima local.		
Erosión del terreno.		
Agua de escorrentía (ríos, arroyos, etc.).		
Aguas subterráneas, fuentes y manantiales.		
Agricultura (viticultura) y ganadería, apicultura, etc.		
Cobertura vegetal (árboles y arbustos).		
Fauna terrestre y Fauna acuática.		
Alteración del paisaje natural y cultural.		
Recursos turísticos (Naturaleza, culturales...).		
Recursos turísticos (Caza y pesca).		
Tratamiento de residuos.		
Salud ambiental.		
Contaminación del suelo.		
Restauración del espacio utilizado.		
Que el gobierno invierta en investigación, para obtener soluciones.		
Que las empresas inviertan parte de sus beneficios en investigación.		
Paro prolongado, la necesidad de emigrar, etc.		
Nivel de vida.		
Comunicaciones (carreteras asfaltadas a todos los pueblos).		
Atención sanitaria (hospitales, farmacias, etc.).		
Centros educativos (escuelas, colegios).		
Espacios de ocio y culturales (Instalaciones deportivas, cines...).		
Sobre el comercio (tiendas, centros comerciales, talleres...)		
Posibilidades de trabajo.		
Servicios municipales. Financiación de actividades. Ayuda social...		
Producto Interior Bruto (PIB).		
Perdurabilidad del recurso natural (pizarra).		
Conflictividad laboral		
TOTAL MAGNITUD POSITIVOS (TMP)		
TOTAL MAGNITUD NEGATIVOS (TMN)		
EVALUACIÓN FINAL POSITIVOS (TMP / N° Influencias positivas)		
EVALUACIÓN FINAL NEGATIVOS (TMN / N° Influencias negativas)		

Tabla 1. Aspectos analizados por los alumnos/as, relativos a la influencia de la explotación de pizarra en la zona.

1) Esta situación es insostenible. Las explotaciones se están comiendo a los pueblos, las carreteras, los ríos. La cantidad de polvo, ruido y barro es inaguantable. Hay que exigirle que cumplan las normas y si no que cierren, luego ya veremos.

2) Tenemos que aceptar la realidad de esta situación. La pizarra que se produce, y la cantidad de dinero que se mueve es enorme. Hay que recordarles que deben cumplir las normas, pero teniendo en cuenta que como nos amenazarán con cerrar las canteras, habrá que ser flexibles con las normas para que no lo hagan.3) Debemos presionar para que poco a poco las empresas vayan acostumbrándose a cumplir las normas para evitar esta situación, aunque eso suponga que algunas cierren y dejen obreros en el paro.

4) Con la actual tecnología es imposible mejorar la situación. El gobierno debe financiar proyectos de investigación que conduzcan a obtener soluciones, y obligar a las empresas a que inviertan en estos proyectos parte de sus beneficios, ofreciéndole a cambio una prórroga en la aplicación de determinadas normas, hasta que las investigaciones comiencen a ofrecer mejores soluciones. Se inicia un intenso debate entre los grupos que modera el profesor centrándolo en dos cuestiones:

-¿Es fácil tomar decisiones sobre el control de la actividad, teniendo en cuenta la repercusión social que tienen esas decisiones?

- ¿Realmente puede armonizarse la permanencia de esta explotación con los criterios más elementales de conservación?

En dicho debate se puso en evidencia la dificultad de decidir si el coste del impacto justificaba la permanencia de la cantera, y que no es tan fácil decidir en la vida real como cuando se afronta la cuestión desde un punto de vista exclusivamente teórico. Mayoritariamente todos consideran prioritario el mantener y preservar el medio ambiente y la importancia de que el gobierno y las empresas privadas inviertan en investigación, para obtener soluciones.

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES DIDÁCTICAS

A medida que avanzó la experiencia se apreció un cambio significativo de criterios frente a las cuestiones planteadas. De opiniones excesivamente simples: “*es necesaria pero que impacte lo menos posible*”, o poco reflexivas: “*que se puede prescindir de la minería*” que manifestaban mayoritariamente en la fase 1, se fue pasando a respuestas más maduras en los debates (fase 4), a medida que fueron descubriendo un contexto que desconocían. Así es interesante descubrir la importancia que para ellos adquiere después de la visita a la explotación y del análisis de la información recogida y presentada por los diferentes grupos (fase 3), la investigación en la búsqueda de soluciones y que tanto las administraciones como las empresas deban invertir parte de sus beneficios en I+D+I.

También se observa una evolución de su conocimiento sobre el medio ambiente, el impacto social y económico de la minería, y su control ambiental, considerándolos en un inicio como aspectos aislados. A un cambio en el que fueron capaces de reconocer la interacción de todos ellos. Lo que les llevó a manifestar de forma rotunda en el debate final (4ª fase) que tomar decisiones respecto al control de la actividad minera era más complicado de lo que parecía en principio.

En cuanto a la cuestión tan polémica relativa a las posibilidades de armonización entre la actividad y el medio, su escepticismo mayoritario muestra que la sensibilidad sobre el medio ambiente está arraigada y resiste frente a los argumentos tecnológicos, económicos y sociales.

Finalmente, los alumnos que habían realizado la experiencia fueron requeridos para responder a una encuesta, planteada para saber en qué medida habían realizado un aprendizaje significativo, y conocer cuál era su grado de satisfacción. Entre las cuestiones propuestas había dos para determinar si eran capaces de utilizar de forma correcta los contenidos trabajados en la propuesta, y las demás estaban referidas al grado de satisfacción, organización del trabajo, trabajo en equipo y también sobre el manejo de las TICs. El análisis de los resultados de dicha encuesta, mostraron que las máximas puntuaciones recayeron sobre el grado de satisfacción, y sorprendió comprobar que la mayoría de los alumnos, que inicialmente no tenían más que un conocimiento superficial y exclusivamente teórico sobre la minería, declaran que ahora conocen razonablemente la tecnología que se emplea y sobre todo el alcance social que tiene este recuso.

También muchos de ellos movilizaron de forma bastante ágil los contenidos que se solicitaban en las cuestiones planteadas. Estos resultados, aunque debemos de tomarlos con cautela, nos muestran que la propuesta no solo ha conseguido motivar a un alumnado muy diverso en una temática compleja, sino que además han conseguido alcanzar un nivel de conocimiento en el tema inesperadamente alto, con lo cual esperamos repetir la experiencia el próximo curso pero a otro tipo de explotación.

BIBLIOGRAFÍA

- Del Carmen, L. (2010). Salir para conocer, salir para participar. *Alambique*, 66: 56-59.
- García Aguilar, J.A. (2000). Las matrices de evaluación de Impacto Ambiental: Una nueva propuesta didáctica para las Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 8(3): 287-294.
- Jiménez-Millán, J.; Alfaro, P.; Muñoz, C.; Cañaveras, J.C.; Alfaro, N.C.; González-Herrero, M.; López-Martín, J.A. & Andreu, J.M. (2008). Actividades didácticas con minerales y rocas industriales. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 16(3): 295-308.
- Míguez Rodríguez, L.J. & De Paz Villasenín, C. (2004). La circulación en las rías gallegas de masas de agua de distinta naturaleza. Una propuesta de trabajo práctico en el currículo de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente. *Actas del XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*: 464-481. San Sebastián: Universidad del País Vasco.
- Míguez Rodríguez, L.J. & De Paz Villasenín, C. (2006). La percepción del cambio climático por los alumnos de 2º de bachillerato. *Actas del XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1-8). Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- Monteiro, R. & Aguaded, S. (2002). Concepciones declaradas de los profesores formadores de futuros profesores sobre el trabajo de campo en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales. *XX Encuentros sobre didáctica de Ciencias Experimentales*. (pp.183-190). La Laguna: Universidad de la Laguna.
- Monteiro, R. & Aguaded, S. (2004). Concepciones prácticas y respeto al trabajo de campo en Ciencias: el caso de un profesor novel. En P.E.U. Díaz Palacio, I.; Etxabe Urbieto, J.M.; Fernández Alonso, D.; Maguregui González, G.; Morentín Pascual, M. & Uskola Ibarluzea, A. (Ed.). *XXI Encuentros sobre didáctica de Ciencias Experimentales*. (pp.125-130). San Sebastián: Universidad del País Vasco.
- Morcillo, J.G.; Martín Sánchez, M.; Martín Sánchez, T.; Reyero, C. (2015). Cristales, minerales y minería. *Alambique*, 81, 50-58.

Pascual Trillo, J. A. (2008). Recursos geológicos, Sostenibilidad y Medio Ambiente. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 16 (3), 200-209.

Pérez Sánchez, J.A. (2009). La era del silicio. *Alambique*, 59, 37-54.

Rebelo, D.; Marques, L. & Praia, J. (2000). Trabalho de campo e educação em geologia: contributos para uma avaliação de resultados de uma prática lectiva inovadora. En M. Martín Sánchez & J.G. Morcillo (Eds.), *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales* (144-150). Madrid: Universidad Complutense.

Santó, R. & Curto, C. (2008). Los minerales son inocentes, las personas no. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 16.3: 287-294.

Silva, D. & Vasconcelos, C. (2004). La resolución de problemas en la enseñanza de la Geología: Una investigación en el ámbito del Impacto Ambiental. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 12.3: 266-280.

Zabala, A., & Arnau, L. (2007). *11 ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias*. Barcelona: Graó.

Investigamos sobre las abejas a través de una propuesta en el aula de educación infantil

Montero, B., Conde, M. C., Sánchez, J. S.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Extremadura.

bmonterol@alumnos.unex.es

RESUMEN

Este proyecto de ciencias se ha llevado a cabo con alumnos de 5 y 6 años durante el periodo de prácticas escolares de maestros. El proyecto parte del saber y experiencias previas de los alumnos, comprobando sus concepciones a través de un cuestionario individualizado. Se ha pretendido que los alumnos conozcan el mundo de las abejas, su biología y la importancia que tienen en el medio natural, promoviendo finalmente una concienciación sobre la problemática ambiental que existe actualmente con las abejas.

Palabras clave

Educación infantil, didáctica de las ciencias experimentales, medio natural, abejas.

ORIGEN Y MOTIVACIÓN DEL TRABAJO

El tema surgió debido al interés que presentaban los alumnos con los animales y las plantas. Sin ir más lejos, cada vez que en el aula tocaba “rincón de lectura”, la mayoría de los alumnos cogían de la hemeroteca revistas de animales, como la revista Pelo, pico, pata; o cuando se les dejaba tiempo libre de juego, optaban por coger la plastilina y algún animal del “rincón de animales” para interactuar con estos.

Además se ha llevado a cabo en el aula un huerto escolar, en el que los niños han observado y aprendido con el abuelo de un alumno cómo se trabaja la tierra, han plantado semillas y han regado todas las semanas viendo el crecimiento progresivo de sus plantas. Observamos que el alumnado no conocía ningún problema que pudieran tener las abejas por lo que nos dimos cuenta que a lo largo de la intervención deberíamos incluir alguna controversia que lo facilitara.

Cuando decidimos que queríamos poner en práctica este tema, empezamos a indagar sobre los insectos, las abejas y las avispas, buscando en libros y enciclopedias adecuadas a la edad de los alumnos, y comprobando qué conocimientos podían encontrar los niños y niñas sobre estos animales a su edad.

A partir de las concepciones de los alumnos, de libros como los de Lafuente (1992), Ogg y Torres (2002); Rodrigo (1976), Ribalta (2005), de enciclopedias como la de DeAgostini (VV.AA.,1992); y del artículo de Valín y otros (2012), se preparó un cuestionario inicial con la finalidad de conocer sus ideas previas. Este cuestionario fue validado por dos profesores de didáctica de las ciencias de la UEX. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se desarrollaron una serie de actividades sobre los insectos de manera global, y sobre las abejas melíferas, sus características y su forma de vida dentro de una colmena.

Para la motivación del alumnado se utilizó un cuaderno de bitácora con un cuento inicial y algunas de las actividades que se realizaron en el aula, así como la elaboración de fichas

y la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. De esta manera se pretendía que los alumnos evolucionaran conceptual, procedimental y actitudinalmente en su relación con los insectos y la abeja común en particular.

MARCO TEÓRICO

Para García Barros (2008), a pesar de lo importante que es tener presentes las concepciones de los alumnos en un aula de educación infantil, la realidad es muy contraria, habiendo una escasa investigación de la enseñanza de las ciencias a estas edades.

Como educadores, “no debemos olvidar que la investigación es una pieza clave en la calidad de la enseñanza, pues informa y aporta luz sobre las problemáticas que se generan tanto en las aulas de los más pequeños como en la formación de los profesores que ejercen o ejercerán en ellas” (García Barros, 2008).

Como señalan Furió, Solbes y Carrascosa (2006) las concepciones o ideas previas de los alumnos no son solo un objeto de investigación, son además una señal de innovación en la enseñanza de las ciencias.

Así, “debemos considerar el conocimiento de los alumnos como un conocimiento alternativo, que debe enriquecerse con el conocimiento escolar, facilitando la enseñanza de las ciencias ese enriquecimiento” García (1998), en Martín del Pozo (2013).

Respecto a cómo lograrlo, las metodologías pueden ser diversas, destacamos la propuesta de Sanmartí, (2000) y que nos ha servido de referente en nuestro trabajo. Propuestas así parten de la motivación y las ideas previas del alumnado para seguir avanzando con la introducción de nuevos puntos de vista y contraste, siguiendo con actividades de síntesis. Por último las actividades de generalización permiten saber utilizar el aprendizaje en otros contextos. En líneas parecidas dentro del constructivismo, otras propuestas como las de Rivero, Fernández y Rodríguez (2013), Cañal, Pozuelos y Travé (2005), García y García (2000) nos parecen importantes para lograr conseguir los objetivos de la alfabetización científica de forma eficaz.

Respecto a la idea de globalidad y e interacción que en todas las etapas educativas y también en educación infantil es necesario tener en cuenta, destacamos las ideas de Pujol (2003) de que vivimos en un mundo global y complejo el cual requiere cambios en la forma de pensar, comprender, sentir y actuar. Esos cambios afectan a la educación, y más concretamente a la educación científica. Y de Gallego (2007). Este propone que partiendo del interés que promueve en los alumnos de infantil el mundo natural y el entorno en el que viven, se debe promover que los alumnos sean conscientes de la “relación de interdependencia que tenemos con la naturaleza, generando actitudes de respeto y cuidado hacia todo lo que nos rodea”.

DISEÑO Y DESARROLLO DE LA INTERVENCIÓN

La intervención se ha desarrollado en el C.E.I.P. “Los Arcos”, centro situado en la localidad de Malpartida de Cáceres, con 18 alumnos del tercer nivel del 2º ciclo de Educación Infantil.

Nos vamos a centrar en la abeja de la miel o “Apis melífera” abordando diferentes características de su biología y de su forma de vida, a través de autores como Caron (2010), Freeman (2009) y Curtis (2006).

Abordaremos la función que realizan en el medio natural, teniendo presente la problemática que existe actualmente con las abejas, haciendo ver a los alumnos que estos

insectos son muy importantes en nuestro mundo, ya que nos aportan beneficios como el proceso de polinización, la miel y la cera.

En el presente proyecto se trabajan los contenidos de una manera globalizada con el fin de conseguir un aprendizaje significativo, es decir, partiendo de sus ideas previas y de sus experiencias vivenciales se elaboran actividades enfocadas a una evolución conceptual así como infundir en los alumnos habilidades de cuidado y entusiasmo por la naturaleza, atendiendo siempre a la motivación del alumnado y teniendo en cuenta sus inquietudes y curiosidades.

La intervención en el aula se realizó en los meses de abril y mayo, donde el campo comienza a florecer, aumentando así las posibilidades de salir a nuestro huerto en busca de insectos, acercándonos al entorno próximo. De esta forma podemos hacer que “la naturaleza entre en el aula” integrando de forma vivencial cuestiones conceptuales, procedimentales y actitudinales en relación a la vida de las abejas y el hombre. El proyecto se llevó a cabo en sesiones de entre 10 y 50 minutos, comprendiendo unas 3 semanas aproximadamente.

Actividades

Las actividades se han establecido o clasificado siguiendo el diseño que nos propone la autora Sanmartí (2000):

1. Actividades de exploración.

En todo proceso de enseñanza educativa debemos situar al alumno en los aprendizajes. Para ello, se comenzó motivando a los alumnos a través de preguntas muy generales como: “¿Alguna vez habéis visto una abeja?, ¿Os gustan los animales? ¿Y los insectos?”, para saber qué acercamiento y concepciones tenían los alumnos en torno a los insectos y las abejas.

Seguidamente les propusimos a los alumnos realizar un cuestionario individualizado para conocer sus ideas previas. Este cuestionario se componía de 20 ítems con preguntas abiertas y cerradas, y se realizó en el aula ordinaria. Como la mayoría de los alumnos no se habían soltado en el mundo de la lecto-escritura, fuimos leyéndoles las preguntas y anotando sus respuestas.

En este apartado pudimos extraer algunas ideas previas comunes en todos los alumnos, como “el color de la abeja, que las abejas viven en colonias, tienen antenas en la cabeza, hacen ruido al volar y que las abejas son importantes”, ya que como respondió un alumno: “*forman parte del mundo*”.

Una vez realizado el cuestionario, para captar su motivación y curiosidad por el tema, leímos el cuento de “la abeja Tina”. Con este cuento, realizado en un cuaderno de bitácora de elaboración propia, los alumnos no solo se estaban introduciendo en el mundo de las abejas, sino que estaban adquiriendo valores sobre el trabajo y el respeto por los animales y la naturaleza.

2. Actividades de introducción de nuevos puntos de vista y contraste.

Nos parece clave la conexión entre las ideas del alumnado y la intervención adaptada a ella, por lo que teniendo en cuenta los resultados del cuestionario inicial, se continuó con el desarrollo de las situaciones de aprendizaje sobre los insectos de manera global, y sobre la abeja melífera, sus características y su forma de vida dentro de una colmena.

- **Clasificación orientada.**

En el cuestionario inicial de esta actividad, se preguntó a los alumnos si pensaban que los insectos son animales, y la respuesta de 6 de los alumnos fue negativa.

Para esta actividad, nos pareció importante que llegaran a entender el por qué se incluye a los insectos dentro del grupo de animales, en este caso invertebrados. Para ello, comenzamos preguntando a los alumnos si conocían la diferencia que existe entre un animal invertebrado y uno vertebrado. No la conocían, por lo que se les explicó que un animal invertebrado es aquel que carece de columna vertebral, y un animal vertebrado se compone de columna vertebral. Llegados a este punto se les hizo la siguiente pregunta: ¿Nosotros somos vertebrados o invertebrados? Todos los alumnos respondieron que vertebrados.

Seguidamente en el cuaderno de bitácora se les propuso realizar una clasificación de animales en vertebrados e invertebrados. Íbamos enseñándoles fotos de diferentes animales, y entre todos realizábamos la catalogación (ver imagen 1). Vieron que un saltamontes, una mosca, un mosquito o una abeja estaban dentro del grupo de animales invertebrados, por lo que se llegó a la conclusión de que los insectos son animales invertebrados. Pero, ¿qué partes tiene el cuerpo de un insecto?



*Imagen 1: "Clasificación orientada"
(Elaboración propia)*

- **Anatomía de una abeja.**

Para conocer la anatomía de la abeja realizamos dos actividades.

Con una de ellas, se pretendía que los alumnos conocieran las partes que tiene el cuerpo de un insecto y que se dieran cuenta de que las abejas, al tener las mismas partes o características, se clasifican dentro de los insectos.

Se proporcionó a los alumnos una ficha para señalar las partes de una abeja. Sin embargo, para que todos los niños conocieran dichas partes y las escribieran correctamente en el folio, se dibujó la abeja en la pizarra y entre todos fuimos realizando la actividad. Como parte final cada alumno coloreó su abeja sin asignar los colores, ya que todos los alumnos, según el cuestionario inicial, conocían el color que tienen estos insectos.

Con la otra actividad se dio a conocer de qué se compone la cabeza de una abeja. En el cuestionario inicial preguntamos a los alumnos sobre el número de ojos de las abejas, dándoles a elegir entre 2, 3 y 5 ojos. Los 18 alumnos respondieron que las abejas tenían 2 ojos, comparando su respuesta con la anomia de los humanos o de los demás animales domésticos.

En el cuaderno de bitácora se dibujó la cabeza de una abeja y se pegaron la foto de una abeja y de una avispa. Con la ayuda del cuaderno, se explicó a los alumnos las partes que forman la cabeza de una abeja como: los dos tipos de ojos que poseen: ojos simples y ojos compuestos; la funcionalidad de sus antenas; así como la forma de su mandíbula y la lengua con la que recogen el néctar de las



*Imagen 2: "Abeja reina"
(Dibujo de una alumna)*

flores. Seguidamente, cada alumno en un folio y fijándose de la imagen, fue dibujando la cabeza de una abeja con todas sus partes (ver imagen 2).

- **Conocemos los tipos de abejas en una colmena.**

Una vez que hemos conocido que los insectos son animales invertebrados y que las abejas y las avispas se encuentran dentro del grupo insectos, vamos a conocer los 3 tipos de abejas melíferas que viven en las colmenas. Para ello, en el cuaderno de bitácora pegamos una imagen real de cada una de las abejas, es decir, una imagen de la abeja reina, de la abeja obrera y otra del zángano (ver imagen 4). Con ayuda de dichas imágenes se explicó a los alumnos los 3 tipos de abejas y la función que tiene cada una de ellas dentro de la colmena. A continuación dejamos a los alumnos que observaran por ellos mismos los cuerpos de los 3 tipos de abejas, viendo que no son totalmente iguales, sino que su abdomen es diferente. Por ello, dimos a los alumnos una ficha que contenía tres cuadrados y el nombre de cada tipo de abeja. Se pidió a los alumnos que dibujaran a las abejas según las habían observado.

En la ficha de la mayoría de los alumnos, se podía observar que la mayor distinción que hicieron fue el zángano de la abeja reina y obrera, debido a que su abdomen es mucho mayor que el abdomen de la abeja reina o de las abejas obreras. Sin embargo un alumno hizo una clara distinción entre los tres tipos de abejas (ver imagen 3). Se puede observar en la ficha que ha captado las diferencias muy bien, tanto en el tamaño del abdomen como en su longitud.

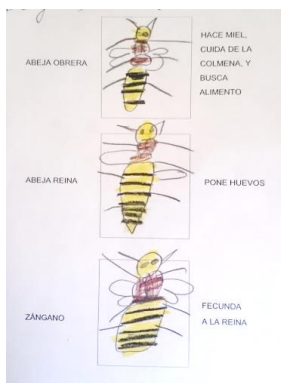


Imagen 3: “Tipos de abeja”
(Ficha de un alumno)

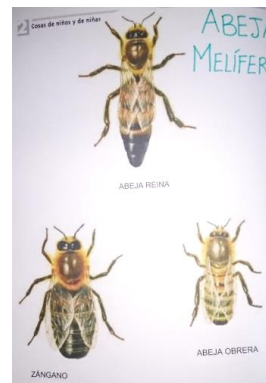


Imagen 4: “Tipos de abeja”
(Cuaderno de bitácora, elaboración propia)

- **Conocemos su casa.**

En el cuestionario inicial se preguntó a los alumnos acerca de la forma que tienen las celdas de un panal, dándoles a elegir entre circular, cuadrada o hexagonal. La respuesta de 9 de los alumnos fue hexagonal, frente a 8 de los alumnos que señalaron circular y 1 alumno eligió la forma cuadrada.

Para conocer cuál era la respuesta acertada, se llevó al aula un fragmento de panal seco cogido del campo (ver imagen 5). Los alumnos lo manipularon y lo observaron, conociendo la textura de un panal y la forma de sus celdas (ver imagen 6). Seguidamente se dibujó en la pizarra las tres formas plasmadas en el cuestionario, y se propuso a los alumnos que pensando en lo que habían observado en el panal señalaran la forma correcta. Sin dudarlo eligieron la forma hexagonal como la respuesta acertada.



Imagen 5: “Fragmento de panal”



Imagen 6: “Manipulación y observación del fragmento de panal”

- **El sistema de comunicación de las abejas**

Para el desarrollo de esa actividad se elaboró un cuento. Utilizando los personajes del cuento inicial, se explicaba a los alumnos el sistema de comunicación de las abejas cuando encuentran polen o néctar en una flor. Sin embargo, antes de leerles el cuento, preguntamos a los alumnos que nos dijeran cómo pensaban ellos que se comunicaban las abejas. Hubo múltiples respuestas como: “*Se comunican con el aguijón*”, “*Dirigen las antenas hacia sus compañeras y hablan entre ellas*”, “*Se comunican con los pelitos del cuerpo*”. Así que utilizando una pregunta – afirmación se dijo a los alumnos: “¿Pues sabéis que se comunican bailando?”. Algunos niños se empezaron a reír y otros se quedaron muy sorprendidos, había llegado el momento de contar el cuento.

Una vez que lo leímos y realizamos algunas preguntas para ver los conocimientos y observaciones que habían realizado los alumnos, se realizó un juego. Para ello, se dividió el aula en dos mitades y a los alumnos en dos equipos. En una de las partes del aula se dibujó, en el suelo y utilizando tizas, la danza en círculos. En la otra mitad se dibujó la danza en semicírculos. Pedimos a los alumnos que se convirtieran en abejas y salieran a buscar el polen de las flores “danzando”. Por el aula se colocaron varias flores, por lo que tenían la misión de ir “volando” hacia las flores, buscar el polen y en relación a la distancia ir a una danza u a otra, debido a que cuando la flor se encuentra cerca de la colmena realizan la danza en círculos y cuando la flor se encuentra a más distancia realizan la danza en semicírculos.

Seguidamente a uno de los alumnos se le ocurrió la idea de salir a nuestro huerto escolar a coger una flor y llevarla al aula para realizar el juego (ver imagen 7). Era una idea magnífica, porque los alumnos estaban introduciendo la naturaleza en su aula, así que cada alumno buscó su flor favorita y realizó la danza con dicha flor.



Imagen 7: “Danza de las abejas”

- **Comparamos una abeja con una avispa.**

El objetivo de esta actividad era la discriminación de las diferencias que existen entre el cuerpo de una abeja y el de una avispa. Ya cuando expusieron sus ideas, los alumnos dijeron algunas diferencias como: “*la abeja da miel y la avispa no*”, “*la abeja es buena y la avispa mala*”, “*se diferencian en las alas, en el aguijón,...*” e incluso hubo alumnos que su pensamiento era que *la abeja y la avispa no se diferencian en nada*.

En el cuaderno de bitácora se plasmaron dos imágenes que contenían una abeja y una avispa, de perfil, de espaldas, y el aguijón de cada una de ellas (ver imagen 8). Cada alumno fue observando las diferencias que veían y las iban comentando en alto para el resto de sus compañeros. A continuación algunos de los alumnos fueron escribiendo en el cuaderno de bitácora las diferencias que habían observado entre todos.

En el cuestionario final todos los alumnos sabían alguna diferencia entre la anatomía de una abeja y de una avispa.



Imagen 8: “Encontramos las diferencias”
(Cuaderno de bitácora)

- **Proceso de polinización.**

Con esta actividad se pretendía que los alumnos conocieran la importancia que tienen las abejas en la naturaleza y en los humanos, ya que entre otras cosas, realizan el proceso de polinización. Por ello, se planteó una actividad en la que se les daba a conocer el proceso de polinización. Esta se realizó en forma de juego en la cual, los alumnos se convertían en abejas y tenían que transportar el polen de una flor a otra para que con el paso del tiempo naciera una flor nueva. Sin embargo un agricultor había echado un insecticida a sus plantas para matar a “los bichitos perjudiciales” de manera que cuando las abejas se posaban y chupaban el néctar de las flores o cogían el polen, caían malas. Con esto se pretendía que los alumnos vieran que los pesticidas son perjudiciales para las abejas y los insectos que realizan la polinización, y que sin abejas no se produce ese fenómeno que da lugar a frutos y a nuevas plantas.

Como todos los alumnos se querían convertir en abejas y llevar el polen “zumbando” hasta una flor, se modificó la actividad de acuerdo a sus motivaciones y opiniones (ver imagen 9).



*Imagen 9: “Polinización”
(Adaptación del juego)*

3. Actividades de síntesis.

Una vez que se han realizado todas las situaciones de aprendizaje propuestas para los alumnos, nos sentamos en la asamblea y recopilamos la información trabajada para estructurar los nuevos aprendizajes. Esta sistematización la realizamos a través de preguntas como:

- ¿Qué hemos aprendido de las abejas?
- ¿Y de la anatomía de la abeja? ¿En qué se diferencia con una avispa?
- ¿Son importantes para nosotros? ¿Por qué?
- ¿Cómo se comunican las abejas?

4. Actividades de generalización.

Con este apartado se pretende que los alumnos apliquen los nuevos conceptos, actitudes y habilidades a otras situaciones reales de su entorno. Se pretende que los alumnos interpreten la realidad y sepan utilizar el nuevo aprendizaje.

Esto se ha llevado a cabo con la actividad de la polinización. Una mañana, salimos a regar el huerto escolar en la hora de la naturaleza. Mientras dos alumnos regaban una planta, se encontraron dos insectos realizando la polinización (ver imagen 10). Ellos mismos avisaron al resto de sus compañeros para que vieran como el insecto cogía el polen de esa flor. En la fotografía, realizada en ese momento, se puede observar como tienen el polen pegado a los pelitos de su cuerpo.



Imagen 10: “Insectos realizando la polinización”

ALGUNAS REFLELXIONES A MODO DE CONCLUSIÓN

Llegados a este punto y una vez completada la intervención en el aula de Educación Infantil, se puede concluir la importancia que tiene llevar a cabo una intervención ligada al medio natural en el que se encuentran los alumnos, siendo así significativo para ellos. Destacamos que para el huerto escolar implicamos al abuelo de un alumno, el cual nos enseñó las semillas que íbamos a plantar y nos estuvo contando y demostrando como se prepara la tierra para sembrar las semillas, siendo ideal para que los alumnos conocieran el trabajo que hacían sus abuelos, y apreciaran y valoraran el respeto por la naturaleza.

Revisando los cuestionarios y las situaciones de aprendizaje llevadas a cabo, creemos que la propuesta de intervención ha sido adecuada para que los alumnos hayan progresado respecto a sus concepciones, actitudes, valores e intereses de partida en relación a los animales y las plantas.

Por otra parte, pensamos que las actividades llevadas a cabo han sido innovadoras y motivadoras para los alumnos, fomentando su curiosidad e implicándose en el proceso de enseñanza – aprendizaje. Además se han acercado a su entorno natural y se han sentido participes durante todo el proceso.

Finalmente decir que la propuesta de intervención nos ha servido para conocer muchos aspectos y curiosidades que no sabíamos sobre las abejas, además de darnos cuenta de lo importante que es enseñar a los alumnos a valorar y respetar nuestro medio natural y reconocer la relación del hombre con el mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- Cañal, P., Pozuelos, F. y Travé, G. (2005) *Proyecto curricular Investigando nuestro mundo* (6-12). Sevilla: Diada
- Caron, D.M. “Manual práctico de apicultura”, 2010, págs. 1-66. <<http://food4farmers.org/wp-content/uploads/2012/08/MANUALDEWEY1.pdf>> [consulta: 11 de octubre de 2015].
- Curtis, H., Sue Barnes, N. (2006). *Biología*. 6ª edición en español. España: Panamericana.
- Freeman, S. (2009). *Biología*. Madrid: Pearson Educación, S.A.
- Furió, C., Solbes, J. y Carrascosa, J. (2006) Las ideas alternativas sobre los conceptos científicos: tres décadas de investigación. *Alambique*, 48, 64-77.
- Gallego, L. (2007). El rincón de las experiencias. *Aula de infantil*, 40, 11-13.
- García Barros, S. (2008). La formación del profesorado de educación infantil. *Actas de los XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Almería.
- García, J.E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Diada
- García J.E. y García F. (2000). *Aprender investigando. Una propuesta metodológica basada en la investigación*. Diada editorial: Sevilla
- Lafuente, M.A. (1992). *Los animales hablan*. Zaragoza: Edelvives.
- Martín del Pozo, R. y col. (2013). *Las ideas “científicas” de los alumnos y alumnas de primaria: tareas, dibujos y textos*. Madrid: Universidad Complutense.
- Ogg, L. y Torres, A. (2002). *El mundo de los animales*. León: Everest.

- Perales, F.J. y Cañal, P. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Marfil, S.A.
- Pujol R.M. (2003). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria*. Madrid: Síntesis.
- Rivero, A., Fernández, J. y Rodríguez, F. (2013), ¿Para qué sirven las setas? Diseño de una unidad didáctica en biología para aprender investigando. *Alambique*, 74, 38-48.
- Ribalta, I. (2005). *Insectos y arácnidos*. Barcelona: Blume.
- Rodrigo, M.L. (1976). *La vida de los insectos*. Madrid: Espasa-Calpe, S.A.
- Sanmartí, N. (2002). El diseño de unidades didácticas. En J. Perales y P. Cañal (Dir.), *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Marfil. (p. 258).
- Valín, A., Moledo, L., López Maceiras, M. y García-Rodeja, I. (2012). Un proyecto de ciencias en el aula de infantil: las abejas. *Actas XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Santiago de Compostela*, 787-794.
- VV.AA. (1992). *Gran enciclopedia escolar*. (1, pp. 1-248). Barcelona: DeAgostini.
- VV.AA. (1992). *Gran enciclopedia escolar*. (3, pp. 499-748). Barcelona: DeAgostini.

Las salidas didácticas en la formación inicial del profesorado de Educación Infantil

Morentin, M.

*Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales.
Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea.*

maite.morentin@ehu.eus

RESUMEN

Las salidas del aula son un recurso importante para la educación, siempre y cuando se diseñen de forma adecuada en relación con los objetivos a conseguir y con la edad de los y las estudiantes. En este estudio se presenta una propuesta de formación inicial llevada a cabo en el Grado de E. Infantil (E.U. Magisterio de Bilbao, UPV/EHU), y se analiza la evolución de las ideas de los futuros maestros y maestras en cuanto a las características que debe tener una salida para ser significativa, concretamente en lo relativo a la preparación de la misma. Los resultados son esperanzadores ya que indican una disposición favorable de la mayoría de los futuros docentes hacia la realización de salidas y su integración en el curriculum. Esto no presupone que vayan a actuar en consecuencia en su futuro profesional, pero sí nos anima a seguir en esta línea a pesar de que aún quedan aspectos que mejorar.

Palabras clave

Salidas del aula, educación infantil, formación inicial de profesorado.

INTRODUCCIÓN

Los niños y niñas de hoy en día juegan menos al aire libre de lo que lo hacían generaciones pasadas y pasan más horas frente al televisor u otras pantallas que en la escuela (Clements, 2004). Existen diversos estudios cuyos resultados apoyan el hecho de que el contacto con la naturaleza es positivo para el desarrollo, disminuyendo el estrés en niños de ambientes urbanos (Corraliza, Collado y Bethelmy, 2012) e incluso favoreciendo en niños con trastorno por déficit de atención una mayor concentración tras un paseo por el parque (Faber Taylor y Kuo, 2009). Por otra parte el alejamiento de la naturaleza provoca un desconocimiento de ésta que en nada favorece el desarrollo integral de los estudiantes, reduciendo las vivencias y percepciones del alumnado, y restringiéndoles el acceso a su contexto más próximo.

El área de Conocimiento del Medio tiene como finalidad ayudar al alumnado a construir un conocimiento de la realidad que, partiendo de sus propias vivencias y representaciones, sea progresivamente más objetivo y compartido, lo que les llevará a ampliar sus conocimientos sobre el mundo y a desarrollar habilidades, destrezas y competencias nuevas (RD 1630/2006, de 29 de diciembre). En el caso de la Educación Infantil, en la Comunidad Autónoma del País Vasco, se señala la importancia de las salidas a entornos naturales (Decreto 237/2015, de 22 de diciembre), ya que se propone para los más pequeños la “Observación de los fenómenos del medio natural” y fomentar la “Curiosidad, interés y respeto por la naturaleza y los seres vivos”. De esta forma queda patente que para conocer el medio hay que aprender “acerca del medio” pero también aprender “en el medio”.

En esta etapa educativa los escolares, dada su corta edad, necesitan una relación afectiva estable y de calidad con el maestro o maestra, por lo que será función de éstos crear contextos de confianza y seguridad. Ello les permitirá generar confianza en sí mismos para afrontar los retos que les plantea el descubrimiento de su medio físico y social, y para adquirir las estrategias que les permitan acceder a él.

El conocimiento del medio y su aprendizaje tiene gran influencia en el futuro conocimiento científico de los niños y niñas (Freire, 2011), pero aún es mayor la influencia que puede tener en las actitudes hacia el medio natural y su conservación, y este puede ser el principio de la educación ambiental de los escolares.

ESTRATEGIAS PARA CONOCER EL MEDIO: LAS SALIDAS

Al sacar de la escuela al alumnado les enfrentamos a experiencias reales, les ponemos en situación de hacerse preguntas a las que quizá puedan responder de forma más creativa, al tiempo que desarrollan competencias específicas y evolucionan en su propio desarrollo personal (Pujol, 2003). Las salidas del aula son muy motivadoras para el alumnado ya que, además de romper con la rutina habitual de las clases, sitúan el conocimiento en su contexto real y relacionan los aprendizajes con espacios habituales y fenómenos cotidianos. Incluso en los estudiantes con dificultades se han comprobado mejoras sorprendentes ya que aumenta la autoconfianza y pueden experimentar sin presiones curriculares (Salmi, 2003).

En ocasiones relacionamos las salidas del aula con conceptos como ambiente, observación, investigación, ciencias naturales... pero una salida es una experiencia educativa que se realiza en grupo e incluye también un plan para conseguir unos objetivos seleccionados previamente. Tienen valor educativo y social, y puesto que son actividades escolares (aunque se califiquen como no formales en ocasiones) responden también a objetivos pedagógicos y didácticos, si bien conviene destacar los aspectos lúdicos que deben mantenerse siempre en este tipo de experiencias.

Así pues, las salidas de campo o visitas a espacios abiertos posibilitan el aprendizaje significativo de las ciencias, pero además contribuyen a la formación integral del alumnado, al tiempo que influyen en el proceso de socialización de los estudiantes (Benejam, 2003). Queda patente por lo tanto la necesidad de acercar a los niños y niñas a la naturaleza pero sin embargo, las salidas no siempre se realizan a espacios abiertos, sino que pueden consistir en visitas a museos de ciencia, acuarios, planetarios... En este caso, dichas visitas persiguen objetivos similares: su finalidad última no sólo debe ser conseguir mejoras importantes en el desarrollo cognitivo del alumnado, sino también despertar su interés por el mundo que les rodea, por los fenómenos naturales... participando de forma activa en las actividades propuestas y relacionando las experiencias con su vida cotidiana (Ballester, Pedreira y Viladot, 2012).

Preparación y diseño de una salida

Según Pedrinaci (2012) hay unas características que se deben tener en cuenta para que las salidas del aula sean útiles e interesantes: elegir pocos objetivos y pocos contenidos y programar tanto la salida como las actividades a realizar antes y después; además, los contenidos deberán estar relacionados tanto con el curriculum escolar como con las experiencias cotidianas del alumnado.

Estas características están aceptadas en la bibliografía actual, si bien existen evidencias que indican que las salidas no siempre se diseñan de forma adecuada (Morentin y Guisasola, 2010). Las razones pueden ser muchas: la falta de ayudas tanto económicas

como administrativas para el profesorado, la poca flexibilidad en la programación de algunos centros, el elevado número de estudiantes en el aula, e incluso la falta de estrategias adecuadas en los y las docentes para realizar un diseño didáctico de la salida que responda a las necesidades de su grupo-clase (Rebelo et al., 2011).

Atendiendo a esta última razón, desde nuestra posición como formadoras de profesorado, hemos incluido varias propuestas de formación inicial –tanto de Educación Infantil y Primaria, como de Educación Secundaria- en torno al diseño y la planificación de salidas y/o visitas a diferentes contextos no formales.

Si bien diversos estudios han mostrado que el profesorado en formación está de acuerdo con la relevancia que tienen dichas salidas para el desarrollo competencial del alumnado (Costillo, Cañada, Conde y Cubero, 2011), e incluso piensan que aportan mejoras importantes para el aprendizaje en comparación con las actividades de aula (Costillo, Borrachero, Esteban y Sánchez, 2014), también somos conscientes de que los aspectos que el profesorado cree importantes para su labor docente no siempre son llevados a la práctica del aula (Mellado, Bermejo, Blanco y Ruiz, 2007). Por este motivo, nuestras propuestas de formación se fundamentan no sólo en las ventajas que suponen las salidas, sino en cómo debe ser preparada o diseñada una salida para considerarla “significativa” desde el punto de vista del aprendizaje.

En esta comunicación –debido al espacio del que disponemos- vamos a desarrollar únicamente una parte del estudio, es decir, nos centraremos en la evolución de las ideas de los futuros maestros y maestras de Educación Infantil en cuanto a las características que debe tener una visita, tras haber trabajado en las propuestas didácticas realizadas para los cursos 3º y 4º del citado Grado.

CONTEXTUALIZACIÓN Y OBJETIVOS

En el Grado de Maestro de Educación Infantil –en la E.U. de Magisterio de Bilbao (UPV/EHU)- existe una única asignatura troncal relacionada con el conocimiento del medio o los aspectos científicos del curriculum, “Ciencias experimentales en el aula de E. Infantil” en 3º curso, en la que se incluyen entre otros temas el análisis de recursos y estrategias para trabajar este área y -entre ellas- las salidas del aula. Además, en 4º curso hay una asignatura optativa que incide en las metodologías más innovadoras para esa etapa, y profundiza en algunas de las estrategias vistas el curso anterior.

En el caso de las salidas del aula, el objetivo es conseguir que los futuros docentes sean conscientes de la importancia de la preparación de la visita (con actividades complementarias) para conseguir que las salidas del aula sean algo más que meras excursiones de carácter lúdico, y que adquieran las competencias didácticas que les permitirán realizar visitas escolares centradas en el aprendizaje cuando se incorporen al ejercicio de la profesión.

Para ello, se diseñaron dos propuestas de trabajo, una para cada asignatura, en las que los estudiantes no sólo debían realizar un diseño de salida para E. Infantil (adaptación al aula) sino que también debían diseñar y organizar –en grupos- una salida o visita real a un contexto consensuado por el grupo.

METODOLOGÍA

Para realizar este estudio se trabajó con el alumnado que cursó 3º curso en 2014-2015 y que han cursado 4º durante este año 2015-2016. La muestra la componen 48 estudiantes,

ya que no todos los de 3º curso eligen la optativa de 4º, pero sí todos los que cursan la optativa han trabajado la propuesta de 3º en la asignatura troncal.

En la asignatura troncal de 3º curso, se trabajó la importancia de las salidas y las posibilidades que ofrecen para el conocimiento del medio mediante la lectura y análisis de varios artículos, como se hacía previamente. En esta ocasión, además, se realizó una salida previamente consensuada por el profesorado (con actividades previas y posteriores) y se pidió a los estudiantes que –por grupos- diseñaran una salida para el aula de E. Infantil relacionada con alguna de las secuencias didácticas trabajadas previamente. En la asignatura optativa de 4º curso, tras analizar algunos artículos más centrados en visitas escolares a centros o instituciones concretas, se consensuaron dos salidas a realizar por el grupo-clase y ellos mismos tuvieron que organizarlas y diseñarlas explicitando los objetivos que pretendían conseguir y complementándolas con actividades previas y posteriores.

Así pues, queríamos comprobar si estos estudiantes en formación inicial presentan -tras la implementación de estas propuestas- una disposición favorable hacia la planificación adecuada de las salidas del aula. Para conocer sus tendencias hemos utilizado por un lado los diseños adaptados al aula de infantil en los que debían justificar la propia salida así como su valor educativo (realizados en 3º curso) y los diseños de las dos salidas realizadas en 4º curso; por otro lado, se ha utilizado un Cuestionario que ya había sido probado en años anteriores –validado en una prueba piloto previa- y que se pasó al finalizar la asignatura optativa de 4º; este cuestionario consta de dos partes diferenciadas (Anexo I): a) cinco preguntas cerradas tipo Likert (rango 1-4) sobre aspectos concretos relacionados con las salidas, en las que se podían incluir justificaciones, y b) dos preguntas abiertas en las que debían citar las características que debe tener una salida para ser significativa, es decir, para ser una salida “ideal” desde el punto de vista educativo; estas preguntas abiertas tenían por objeto obtener información más cualitativa y menos dirigida, dejando a los estudiantes expresarse en sus propios términos.

Una vez revisadas todas las respuestas del cuestionario, se establecieron las categorías correspondientes que hemos denominado: a) Respuestas Adecuadas, cuando incluyen los aspectos didácticos de las salidas así como la necesaria planificación por parte del profesorado; b) Respuestas incompletas, cuando aparecen sólo algunos de los aspectos didácticos, y/o citan la relación de la salida con el aula, pero no explicitan que sean necesarias otras actividades complementarias, y c) Respuestas inadecuadas, cuando no hay referencias didácticas y se limitan a los aspectos lúdicos de la salida. Categorías similares se han utilizado en trabajos anteriores (Morentin y Guisasaola, 2014, 2015), y – en nuestra opinión- responden de forma adecuada a los objetivos pretendidos.

En cuanto a los diseños de las salidas, se analizaron con una plantilla que incluía las principales características trabajadas en clase: explicitan los objetivos y éstos son adecuados, describen el contexto a visitar, incluyen actividades previas y posteriores que complementarían la salida y la integran en la programación, y estas actividades son adecuadas para la consecución de los objetivos.

RESULTADOS

Los diseños grupales realizados para las salidas llevadas a cabo (tanto el de 3º curso como los de 4º curso) no han aportado una información demasiado válida en nuestra opinión; en general han estado bien realizados, conteniendo los apartados correspondientes y reflejando las características de las salidas que se habían trabajado en clase; además como se habían realizado en grupo, no ayudan a discernir si algún estudiante tiene opiniones

diferenciadas respecto al grupo. Solamente hubo un diseño para el aula de infantil (3º curso) en el que plantearon unos objetivos demasiado pretenciosos que no podían trabajarse con las actividades propuestas.

El cuestionario, en cambio sí ha aportado información interesante; en general, los porcentajes más elevados se corresponden con respuestas que hemos considerado adecuadas, como se explica a continuación.

El 31% de los encuestados reconoce la importancia de preparar las salidas con actividades complementarias, y aún es mayor la cantidad de respuestas que indican la importancia de aunar los aspectos lúdicos con los educativos (44%); por ej. “que la salida sea amena y divertida al tiempo que intenta conseguir algún objetivo didáctico relacionado con la programación del aula”. Podemos decir, por tanto, que el 75% del alumnado presenta una concepción adecuada acerca del diseño y realización de salidas.

Este resultado se ratifica con las valoraciones de los ítems cerrados tipo Likert, ya que un porcentaje similar de los encuestados (70'8%) marca los valores extremos (totalmente de acuerdo) en los cinco ítems; en concreto, todos los estudiantes están de acuerdo en que las salidas son adecuadas para conseguir aprendizajes significativos (100% en el ítem 1), y están totalmente en desacuerdo con que las actividades más válidas desde el punto de vista didáctico son las que se realizan en el aula (100% en el ítem 3). En cuanto al ítem 2, relativo a la conveniencia de realizar varias salidas por curso, el acuerdo es prácticamente total (92%) ya que las 4 personas que no valoran adecuadamente este ítem parece que no han comprendido bien el enunciado a la vista de alguna de las justificaciones aportadas (ej. no es recomendable hacer varias salidas si éstas no tienen objetivos concretos).

Un grupo importante de respuestas indica que la salida será significativa si responde a los intereses de los estudiantes (45'8%); estas respuestas las hemos calificado como adecuadas si aparecían junto a alguna de las respuestas del apartado anterior, y como incompletas cuando no citaban relación alguna con el currículum (14'6%); ciertamente las salidas deben responder a los intereses de los estudiantes en cualquier etapa educativa, pero pensamos que en los estudiantes de Educación Infantil esos intereses serán lúdicos principalmente, razón por la que se han categorizado de esa forma.

Otra idea que ha aparecido en muchas de las respuestas es que las salidas son válidas porque se aprende mejor estando en contacto con el medio y/o con situaciones reales (29%); estas respuestas que hubieran sido categorizadas como incompletas ya que dejan traslucir la idea de que los niños y niñas aprenderán mejor in-situ, por el mero hecho de salir, han sido, sin embargo, incluidas entre las adecuadas ya que en ninguna de estas respuestas aparecía este aspecto aislado, sino que las personas que indicaban esta característica también incluían la relación con los temas del aula, o con la consecución de objetivos didácticos. Ej. “las salidas son beneficiosas porque favorecen el contacto con la naturaleza; además, las salidas deben tener algún objetivo didáctico para ser verdaderamente provechosas”.

En cuanto a las respuestas inadecuadas, se han incluido en esta categoría las respuestas que citan los aspectos lúdicos de las salidas exclusivamente (12'5%), “las salidas tiene que ser divertidas para motivar al alumnado”, o algunas respuestas que sólo hacían referencia a los valores sociales de las salidas (8'3%), “una característica de las salidas es que potencian la socialización de los niños y niñas”. Ciertamente estas características son inherentes a toda salida, más aún viniendo de futuros docentes de Educación Infantil que piensan en alumnado de 3-6 años, pero la no inclusión de aspectos educativos o

relacionados con el aprendizaje hace que las categoricemos como no adecuadas para nuestro estudio.

En los ítems cerrados se ratifican estas concepciones: el 20% de las respuestas indican dudas en cuanto a reducir la parte lúdica de las salidas (ítem 5) y el 12% no parece estar de acuerdo con la necesidad de planificar las salidas con actividades complementarias (ítem 4).

CONCLUSIONES

La mayor parte de los futuros maestros y maestras muestra una evolución importante en su disposición para la preparación y diseño de salidas del aula. Consideran que las salidas son un recurso importante para la educación infantil (Tejada, 2009), que los aspectos lúdicos deben tener una gran presencia dada la edad del alumnado, y además entienden que la preparación que debe realizar el profesorado es imprescindible para que esa salida sea realmente significativa.

Uno de los objetivos a conseguir en Educación Infantil es fomentar la curiosidad de los niños y niñas por los fenómenos naturales sencillos, fenómenos que sean fácilmente perceptibles e investigables en el entorno más inmediato (Spektor-Levy, Kesner y Mevarech, 2013) y éste es un aspecto que ha quedado plasmado en casi todos los informes/diseños realizados en los grupos de trabajo; además, la necesidad de que la salida conecte con los intereses y necesidades de los estudiantes es otra de las características a destacar, dado el alto número de respuestas; esto que es válido para cualquier edad, se hace más importante en los primeros años de la escolarización, ya que las actividades a realizar por niños y niñas deberán estar fundamentadas en juegos, actividades de observación y experimentación, etc.

Todos estos resultados son esperanzadores (si bien se trata de un estudio inicial, con un grupo concreto, cuyos resultados no son fácilmente generalizables), pero sin embargo, aún hay un 25% de los encuestados que no han interiorizado la concepción que pretendíamos conseguir, es decir, la importancia del papel del profesorado que -como ya hemos indicado- además de organizar la salida, tiene que planificarla de forma que quede integrada en su programación curricular (Morentin y Guisasola, 2013); estos estudiantes remarcan principalmente el valor lúdico de las salidas, que si bien es un valor a tener en cuenta, en nuestra opinión debe ir acompañado de otros objetivos más pretenciosos; se sale poco del aula, y por ello se debe aprovechar bien cada salida; además, estamos de acuerdo con Fernández, Stengler y Viladot (2015) en que debemos cambiar lo “divertido” por lo “seductor” entendiendo por seducir “ayudar a que la curiosidad innata de los niños y niñas no se diluya con los años, y facilitar que la emoción inicial se convierta en fascinación”, y que no sólo debemos perseguir que los escolares lo pasen bien en una salida del aula sino que se sientan también atraídos e interesados por el medio que les rodea.

BIBLIOGRAFIA

- Ballester, M.; Pedreira, M. y Viladot, P. (2012). De 0 a 6 en el museo de Ciencias Naturales. *Aula de Infantil* nº 68, 16-19.
- Benejam, P. (2003). Los objetivos de las salidas. *Iber, Didáctica de las Ciencias Sociales* 36, 7-12
- Clements, R. (2004). An investigation of the status of outdoor play. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 5 (1), 68-80.

- Corraliza, J. A., Collado, S. y Bethelmy, L. (2012). Nature as a Moderator of Stress in Urban Children. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 38, 253-263.
- Costillo, E., Cañada, F., Conde, M.C. y Cubero, J. (2011). *Conceptions of prospective teachers on nature field trips in relation to own experiences as pupils*. Comunicación presentada en 9th Conference of ESERA. Lyon. Francia.
- Costillo, E., Borrachero, A.B., Esteban, R. y Sánchez, J. (2014). Aportaciones de las salidas al medio natural como actividades de enseñanza y aprendizaje según profesores en formación. *Indagatio Didactica* 6 (3), 11-12.
- Faber Taylor, A. y Kuo, F. E. (2009). Children with attention deficits concentrate better after walk in the park. *Journal of Attention Disorders*, 12 (5), 402-409.
- Fernández, G., Stengler, E. y Viladot, P. (2015). Actividades educativas en el museo científico: de ciencia divertida a ciencia seductora. *Revista de Museología* 63, 11-25.
- Freire, H. (2011). *Educación en verde. Ideas para acercar a niños y niñas a la naturaleza*. Colección Familia y Educación 21, Grao.
- Guisasola, J. y Morentin, M. (2010). Concepciones del Profesorado sobre visitas escolares a museos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias* 28 (1), 127-140.
- Mellado, V., Bermejo, M.L., Blanco, L. y Ruiz, C. (2007). The classroom practice of a prospective secondary biology teacher and his conceptions of the nature of science and of teaching and learning science. *Internat. Journal of Science and Mathematics Education* 6, 37-62.
- Morentin, M. y Guisasola, J. (2013). Visitas escolares a centros de ciencias basadas en el aprendizaje. *Alambique* nº 73, 61-68.
- Morentin, M. y Guisasola, J. (2014). La integración de las visitas a museos de ciencias en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias* nº 11(3), 364-380.
- Morentin, M. y Guisasola, J. (2015). The role of Science Museum field trips in the Primary Teacher Preparation. *Internat. Journal of Science and Mathematics Education*, vol.13, 5, 965-990.
- Pedrinaci, E. (2012). Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique* nº 71, 81-89.
- Pujol, R.M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la Educación Primaria*. Síntesis, Madrid.
- Rebelo, D., Marques, L. y Costa, N. (2011). Actividades en ambientes exteriores al aula en la educación en Ciencias: contribuciones para su operatividad. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 19, 15-25.
- Salmi, H. (2003). Science centres as learning laboratories: experiences of Heureka, the Finnish Science Centre. *Internat. Journal Technology Management* 25, nº5, 460-476.
- Spektor-Levy, O.; Kesner, Y. y Mevarech, Z. (2013). Science and scientific curiosity in Pre-school. The teacher's point of view. *International Journal of Science Education*, 35 (13), 2226-2253.
- Tejada, L. (2009). Las salidas, un recurso para el aprendizaje en educación infantil. *Innovación y experiencias educativas*. *Revista digital*, 14, 1-11.

ANEXO I

CUESTIONARIO: Las salidas del aula

En las dos primeras preguntas tienes que aportar tus ideas e intentar justificarlas; en la 3ª pregunta debes valorar tu acuerdo o desacuerdo (1= estoy en desacuerdo, 4=estoy totalmente de acuerdo) en las 5 frases, y además también puedes justificar esas valoraciones.

1.- Comparada con una actividad de clase, ¿qué mejoras aporta al alumnado una salida (bien sea al medio natural o para visitar un equipamiento concreto)?

2.- En tu opinión, qué características debe tener una salida para ser significativa para el alumnado? Es decir, ¿cómo sería una “salida ideal”?

3.- El sacar al alumnado del aula, es decir, el realizar salidas es un recurso muy adecuado para conseguir un aprendizaje significativo =

En E. Infantil y en E. Primaria no es conveniente realizar varias salidas en un curso, dado que se rompen las rutinas y esto tiene efectos negativos en el alumnado =

Desde el punto de vista pedagógico, las actividades educativas son realmente significativas si se realizan en el centro educativo =

El profesorado debe planificar las salidas de forma adecuada (con actividades complementarias) para que sean significativas para el alumnado =

El profesorado tiene que reducir los aspectos lúdicos de las salidas, y de esta forma el alumnado comprenderá que el principal objetivo de las salidas es aprender =

Justificaciones:

Resultados preliminares de satisfacción en asignaturas impartidas con contenidos en inglés en la Escuela de Ingenierías Agrarias (UEX)

Petrón, M. J., Pérez, F., Andrés, A. I., Timón, M. L.

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura.

mjpetron@unex.es

RESUMEN

Dentro del Proyecto de Innovación Docente “Estrategias de internacionalización curricular en la Escuela de Ingenierías Agrarias” profesores del Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos han desarrollado acciones formativas orientadas a la mejora de sus habilidades lingüísticas en la docencia universitaria con el objetivo de impartir contenidos en inglés en 8 asignaturas pertenecientes a las 3 Áreas de Conocimiento. Para el desarrollo de las clases se empleó una metodología expositiva, facilitando a los alumnos materiales en inglés y recursos disponibles online.

La implantación de contenidos en inglés en estas asignaturas demuestra un alto grado de satisfacción tanto de los alumnos como de los profesores participantes en esta experiencia, en las 3 Áreas de Conocimiento.

Palabras clave

Competencias transversales, docencia en inglés, Internacionalización, CLIL, bilingüe.

SITUACIÓN ACTUAL

En el presente curso se han comenzado a implantar asignaturas con contenidos en inglés en la escuela de Ingenierías Agrarias, con el objetivo de conseguir la excelencia en docencia e investigación (OCDE, 2015; EU2015). La Comisión de Expertos Internacionales para el seguimiento y evaluación de la Estrategia Universidad 2015 entregó al Ministerio de Educación en el año 2011 un informe en el que se recomendaba promover el dominio del inglés en todas las posiciones académicas, incluida la Universidad y siendo la Internacionalización de las Enseñanzas, uno de los ejes de actuación incluido dentro del ámbito de Fortalecimiento de las Capacidades del Sistema Universitario Español (EU2015).

Esta iniciativa se desarrolla desde el Proyecto de Innovación Docente “Estrategias de internacionalización curricular en la Escuela de Ingenierías Agrarias”, financiado por el Servicio de Orientación y Formación Docente dentro de la Convocatoria de Acciones de Innovación Docente de la UEx. En este proyecto, el Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos participa con la impartición de contenidos en inglés en 9 asignaturas de las 18 incluidas. Además, hay 7 profesores asignados a dicha docencia que representan a 3 Áreas de Conocimiento: Nutrición y Bromatología, Producción Animal y Tecnología de los Alimentos.

El objetivo del presente trabajo ha sido analizar el grado de satisfacción de docentes y alumnos en el proyecto de impartición de docencia en inglés en asignaturas del Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos.

METODOLOGÍA UTILIZADA

Formación del profesorado

Dentro del proyecto de innovación docente, y con el objetivo de mejorar la competencia lingüística, los 7 profesores del Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos recibieron un curso de formación orientado a la docencia universitaria con un total de 20 créditos impartidos por un profesor nativo de lengua inglesa.

Desarrollo de las clases

Se empleó una metodología expositiva, complementando con análisis de la terminología técnica más habitualmente utilizada en las clases impartidas.

Se facilitaron a los alumnos recursos online y material de apoyo en inglés elaborado por los profesores.

Evaluación de los conocimientos

En cuanto a la evaluación, en las asignaturas participantes se han llevado a cabo dos modalidades:

- Evaluación de contenidos en español: examen escrito con preguntas formuladas y contestadas en español.
- Evaluación de contenidos en Español-Inglés: examen escrito con preguntas cortas y tipo test formuladas en inglés y contestadas en español o inglés opcional.

RESULTADOS

Asignaturas implicadas y áreas de conocimiento

En la Tabla 1 se muestran las asignaturas en las que se ha impartido docencia en inglés en el presente curso, y su relación con las áreas de conocimiento del Dpto. de Prod. Animal y Ciencia de los Alimentos implicadas en el proyecto.

Tabla 1. Características de las asignaturas participantes y áreas de conocimiento implicadas.

Asignatura	Curso	Titulación	Área de conocimiento
Bases de la Producción Animal	2	Industrias Agr. y Alimentarias	Producción Animal
Química y Bioquímica	2	Ingeniería Explot. Agropec.	Tecnología de los Alimentos
Operaciones básicas de la industria alimentaria	2	CYTA	Tecnología de los Alimentos
Tecnología Alimentaria Aplicada	3	Industrias Agr. y Alimentarias	Tecnología de los Alimentos
Industrias de Procesado de Materias Primas Vegetales	3	CYTA	Tecnología de los Alimentos
Industrias de fermentación y conservación de vegetales	3	Industrias Agr. y Alimentarias	Nutrición y Bromatología, Tecnología de los Alimentos
Tecnologías de la Producción Animal I	3	CYTA	Producción Animal
Industrias de Materias Primas Animales	4	Ingeniería Explot. Agropec.	Producción Animal
Evaluación Sensorial de los alimentos	OPTATIVA	CYTA	Tecnología de los Alimentos

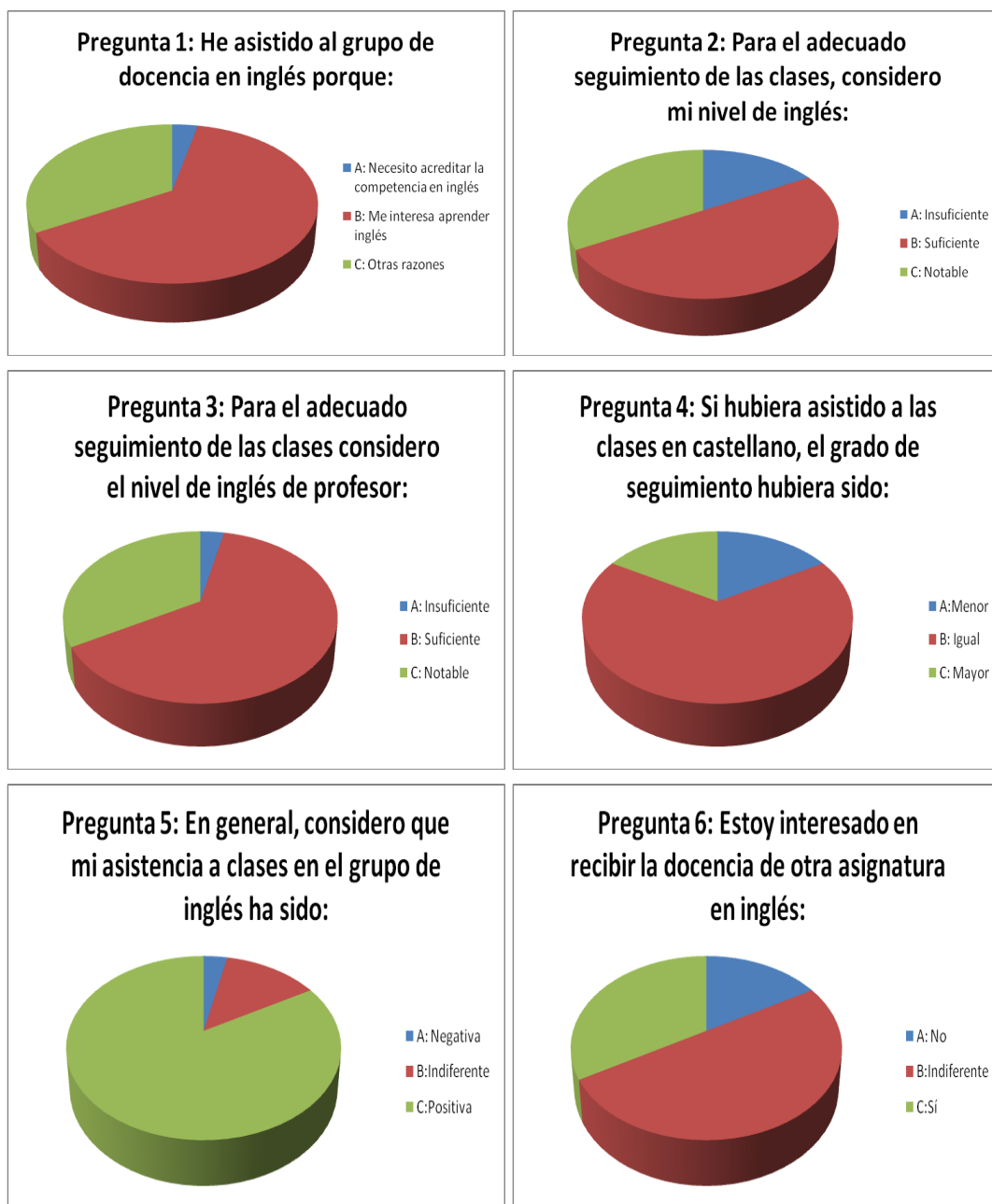
Grado de satisfacción del profesorado participante

Los resultados son positivos en cuanto a la adquisición de habilidades lingüísticas en lengua extranjera por parte del profesorado participante. Igualmente, se observa un efecto positivo sobre la motivación del profesorado, un cambio efectivo de la práctica docente y, en general, un grado de satisfacción con la experiencia muy alto. Hay que destacar el hecho de que los 7 profesores se mostraron dispuestos a repetir la experiencia.

En el lado negativo hay que destacar que, en general, los profesores coinciden en valorar el esfuerzo que les supuso la impartición de las clases como demasiado alto. Este dato unido a la percepción generalizada de que la Universidad no valora su esfuerzo lo suficiente podría tener como resultado la pérdida de motivación del profesorado a medio-largo plazo. Por otra parte, los profesores destacan negativamente el bajo nivel de inglés que los alumnos presentan y que podría limitar el seguimiento de la asignatura.

Grado de satisfacción de los alumnos

El grado de satisfacción de los alumnos se midió mediante la realización de una encuesta anónima una vez finalizada la experiencia. Los resultados preliminares muestran una alta satisfacción con la experiencia. En la figura siguiente se muestran los resultados del grado de satisfacción de los alumnos participantes en la experiencia con las asignaturas impartidas en las 3 Áreas de Conocimiento del Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos.



CONCLUSIONES

La implantación de asignaturas con contenidos en inglés en asignaturas impartidas desde el Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos muestra un alto grado de satisfacción y motivación con la experiencia tanto de los alumnos como de los profesores participantes de las 3 Áreas de Conocimiento. No obstante, para evitar una caída de la participación del profesorado en próximos cursos, consideramos imprescindibles que desde la Universidad de Extremadura se desarrollen actuaciones que motiven a los profesores implicados y atraigan a otros profesores a la realización de este tipo de actividades.

Hay que destacar que los alumnos consideran que un elevado porcentaje de los profesores) tienen un nivel considerado como "suficiente" para impartir las clases (64% suficiente vs 33% notable, resultados preliminares. Consideramos que este nivel

“suficiente” no debería ser el objetivo del docente si no que sería necesaria una mayor formación en este sentido, para lo cual, la colaboración por parte de la Universidad de Extremadura es esencial, principalmente, en lo que se refiere a organización de cursos de inglés.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo forma parte de un proyecto de innovación docente financiado por el Servicio de Orientación y Formación Docente dentro de la Convocatoria de Acciones de Innovación Docente de la UEx.

BIBLIOGRAFÍA

OECD. (2015), Education at a Glance 2015: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/eag-2015-en>

EU, 2015. Estrategia Universidad 2015. *Contribución de las universidades al progreso socioeconómico español 2010-2015*. Secretaría General de Universidades. Ministerio de Educación. (2011).

Estrategias de internacionalización curricular en la Escuela de Ingenierías Agrarias (UEX)

Petrón, M. J., Timón, M. L., Pérez-Nevado, F., Carrapiso, A. I., Gaspar, P., Martín, L., Andrés, A. I.

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura.

mjpetron@unex.es

RESUMEN

El conocimiento del idioma inglés es básico en cualquier titulación universitaria. No obstante, los estudiantes de la Escuela de Ingenierías Agrarias no desarrollan suficientes competencias lingüísticas en este idioma durante los años de permanencia en el Centro. Hasta el momento, las experiencias realizadas aplicando el inglés en la Escuela de Ingenierías Agrarias han sido escasas, aunque ya han empezado a desarrollarse en ciertas asignaturas.

Con esta experiencia se ha pretendido incrementar el desarrollo de las competencias lingüísticas en aquellas asignaturas que ya las trabajan y aumentar el número de profesores y asignaturas con créditos impartidos en con el fin de conseguir implantar “en un futuro” la enseñanza bilingüe en las titulaciones de grado.

En esta iniciativa ha participado un porcentaje elevado de los profesores de las 4 titulaciones de Grado de la Escuela de Ingenierías Agrarias, impartiendo contenidos de 18 asignaturas de los títulos de Grado implantados en la Escuela.

Palabras clave

Competencias transversales, docencia en inglés, Internacionalización, CLIL, bilingüe.

SITUACIÓN ACTUAL

A continuación se plantean los condicionantes que nos han llevado a desarrollar la presente experiencia, cuya finalidad consiste en implementar estrategias de internacionalización curricular en la Escuela de Ingenierías Agrarias, en asignaturas en los cuatro grados que actualmente se imparten en ella.

Necesidad de internacionalización curricular a nivel de la Universidad en España.

La Comisión de Expertos Internacionales para el seguimiento y evaluación de la Estrategia Universidad 2015 entregó al Ministerio de Educación en el año 2011 un informe en el que, en relación con el objetivo de conseguir la excelencia en docencia e investigación, se recomendaba promover el dominio del inglés en todas las posiciones académicas, incluida la Universidad y siendo la Internacionalización de las Enseñanzas, uno los ejes de actuación incluido dentro del ámbito de Fortalecimiento de las Capacidades del Sistema Universitario Español (OCDE, 2015; EU2015).

La Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, establece un compromiso con los objetivos europeos de mejorar la calidad y la eficacia de la educación y de la formación dentro de un marco de ciudadanía europea, en el que el conocimiento de idiomas se hace

indispensable. Concretamente, se hace referencia expresa a la necesidad de mejorar el aprendizaje de lenguas extranjeras.

Necesidad de internacionalización curricular a nivel de la Universidad de Extremadura.

La Universidad de Extremadura viene desde hace años haciendo un esfuerzo por mejorar el conocimiento de una segunda lengua, preferentemente inglés, por parte de sus profesores, estudiantes y personal de administración y servicios. En la actualidad, algunas titulaciones se encuentran inmersas en planes pilotos de adaptación para la impartición de asignaturas en inglés, sin embargo las acciones puestas en marcha no son de momento suficientes para alcanzar los objetivos esperados por la Universidad de Extremadura, que englobaría entre otros: 1. La oferta internacional de titulaciones. 2. Políticas de atracción de talento entre los universitarios internacionales que busquen su mejor opción. 3. Incentivación de la movilidad de nuestros estudiantes para cursar estudios en otros países.

Necesidad de internacionalización curricular a nivel de la Escuela de Ingenierías Agrarias.

Actualmente, en la escuela de Ingenierías Agrarias las competencias lingüísticas en inglés se trabajan en contadas asignaturas que abordan tímidamente la competencia transversal CT2 (conocimiento de una lengua extranjera (inglés)). Sin embargo, desde la dirección del Centro se vienen apoyando iniciativas por parte de profesores del Centro para mejorar esta situación, como lo demuestran experiencias puntuales que se están llevando a cabo en los últimos años. Concretamente, en el Grado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CYTA), destacamos la traducción al inglés de materiales docentes, así como el desarrollo de distintas actividades en inglés durante el proceso de enseñanza-aprendizaje en alguna de las asignaturas del grado. Las asignaturas implicadas más recientemente en este sentido han sido, Matemáticas II, Tecnología de Alimentos, Industrias de Procesos de Materias Primas Vegetales y Análisis Sensorial, asignaturas de 1º, 2º, 3º y 4º curso del grado de Ciencia y Tecnología de Alimentos. También hay que destacar, de manera especial, la impartición de una asignatura optativa de la titulación de Ingeniería de las Explotaciones Agropecuarias impartida totalmente en inglés: Common Agricultural Policy. La docencia en inglés en asignaturas de los Grados de la Escuela de Ingenierías Agrarias, se vería beneficiada en los mismos aspectos que la docencia universitaria en términos globales. Serviría para mejorar la movilidad del profesorado, atraer alumnos internacionales, así como enriquecer el perfil de los egresados y favorecer la internacionalización de la universidad (Martín del Pozo, 2013).

OBJETIVOS

Como se ha comentado en los apartados anteriores, implementar estrategias de internacionalización curricular en la Escuela de Ingenierías Agrarias permitirá a nuestros estudiantes interactuar en entornos globales y convertirse en profesionales con competencias internacionales.

El objetivo principal de la experiencia ha sido incrementar la implicación del profesorado de la Escuela de Ingenierías Agrarias en la impartición de asignaturas en inglés.

PLAN DE TRABAJO

Implantación de asignaturas con créditos en inglés en asignaturas del primer semestre

En el presente estudio participaron un total de 18 asignaturas diferentes (Tabla 1) de la mayoría de los cursos de las titulaciones de los cuatro Grados impartidos en la Escuela de Ingenierías Agrarias (Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos-CYTA, en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias, en Ingeniería de las Explotaciones Agropecuarias y el Grado en Ingeniería Hortofrutícola y Jardinería).

Tabla 1. Características de las asignaturas y créditos impartidos en inglés dentro del proyecto de internacionalización curricular.

Asignatura	Curso	Titulación	Créditos impartidos (Teoría/Prácticas)
Matemáticas II	1	CYTA	0,5 créditos (Prácticas)
	1	Industrias Agr. y Alimentarias	
	1	Ingeniería Explot. Agropec.	
	1	Horto. y Jardin.	
	1	CYTA	
Fundamentos de Biología	1	Industrias Agr. y Alimentarias	0,5 créditos (Prácticas)
	1	Ingeniería Explot. Agropec.	
	1	Horto. y Jardin.	
	1	CYTA	
Informática	1	Industrias Agr. y Alimentarias	1 crédito (Prácticas)
	1	Ingeniería Explot. Agropec.	
	1	Horto. y Jardin.	
	1	CYTA	
Química General	1	Industrias Agr. y Alimentarias	0,5 créditos (Prácticas)
	1	Ingeniería Explot. Agropec.	
	1	Horto. y Jardin.	
	2	CYTA	
Bases de la Producción Animal	2	Industrias Agr. y Alimentarias	0,4 créditos (Teoría)
	2	Ingeniería Explot. Agropec.	
	2	Horto. y Jardin.	
	2	Industrias Agr. y Alimentarias	
Ecología e Impacto Medioambiental	2	Ingeniería Explot. Agropec.	0,5 créditos (0,3 de teoría y 0,2 de prácticas)
	2	Horto. y Jardin.	
	2	CYTA	
Química y Bioquímica	2	CYTA	0,1 créditos (Teoría)
Operaciones básicas de la industria alimentaria	2	CYTA	1 crédito (Teoría)
	3	Industrias Agr. y Alimentarias	
Marketing y Comportamiento del Consumidor de Alimentos	3	CYTA	0,5 créditos (Seminarios)
Tecnología Alimentaria Aplicada	3	CYTA	1 crédito (Teoría)
	3	CYTA	1 crédito (Teoría)

Industrias de Procesado de Materias Primas Vegetales	3	Industrias Agr. y Alimentarias	
Industrias de fermentación y conservación de vegetales	3	CYTA	
	3	Industrias Agr. y Alimentarias	0,2 créditos (Prácticas)
Tecnologías de la Producción Animal I	3	Ingeniería Explot. Agropec.	1 crédito (0,8 de teoría. y 0,2 de prácticas)
Cultivos Herbáceos Extensivos	3	Ingeniería Explot. Agropec.	2,5 créditos (0,9 de teoría y 1,6 de prácticas)
	3	CYTA	
Industrias de Materias Primas Animales	4	Industrias Agr. y Alimentarias	0,1 créditos (Teoría)
Evaluación Sensorial de los alimentos	OPTATIVA	CYTA	0,6 créditos (Prácticas)
Common Agricultural Policy	OPTATIVA	Ingeniería Explot. Agropec.	6 créditos (Teoría y Prácticas)
Arbicultura Ornamental	OPTATIVA	Horto. y Jardin.	0,5 créditos (Prácticas)

RESULTADOS

En relación a las titulaciones:

En el grado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos se ha pasado de 0 créditos impartidos en inglés a 7,4 créditos impartidos en inglés

En el grado de Ingeniería de las Explotaciones Agropecuarias se ha pasado de 6 créditos impartidos en inglés a 11,9 créditos impartidos en inglés

En el grado de Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias se ha pasado de 0 créditos impartidos en inglés a 5,7 créditos impartidos en inglés

En el grado de Ingeniería Hortofrutícola y Jardinería se ha pasado de 0 créditos impartidos en inglés a 3,9 créditos impartidos en inglés

En relación a los profesores del centro:

Ha habido una muy buena acogida a esta iniciativa por parte del profesorado de la Escuela. Gracias al desarrollo de este proyecto, se ha pasado de 1 sólo profesor implicado en la docencia en inglés en años previos, a 16 profesores implicados en la docencia en inglés en el presente curso 2015/2016. Hay que resaltar también la elevada transversalidad del trabajo, ya que los profesores pertenecían a 6 departamentos diferentes: Producción Animal y Ciencia de los Alimentos; Biología Vegetal, Ecología y Ciencias de la Tierra; Economía; Matemáticas; Ingeniería del Medio Agronómico y Forestal; Ingeniería de los Sistemas Informáticos y Telemáticos. Estaban representados, por tanto, la mayoría de los departamentos que imparten docencia en la Escuela de Ingenierías Agrarias.

Además, dentro del proyecto, y con el objetivo de mejorar la competencia lingüística de nuestros docentes se organizaron unos seminarios de lengua inglesa. Estos seminarios tuvieron un carácter intensivo y fueron impartidos por un profesor nativo de lengua inglesa; con ellos, el profesorado desarrolló destrezas orales en inglés, mejorando sus estrategias de comunicación y enseñanza de los contenidos de nuestras asignaturas en inglés.

En relación a las asignaturas de los grados:

Se ha pasado de una asignatura con contenidos en inglés a un total de 18 asignaturas con algún contenido impartido en inglés, de las cuales 12 son comunes al grado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, 9 comunes al grado de Industrias Agrarias y Alimentarias, otras 9 comunes al grado de Explotaciones Agropecuarias y por último otras 7 al grado de Ingeniería Hortofrutícola y Jardinería (Tabla 1).

En relación a los alumnos, se planteó el realizar encuestas a profesores y alumnos, tras la impartición de las clases en inglés, con objeto de conocer el grado de satisfacción de los dos colectivos implicados en el proyecto.

CONCLUSIONES

La iniciativa de impartición de contenidos en inglés ha tenido una gran aceptación por parte del profesorado, participando un porcentaje elevado de los profesores de las 4 titulaciones de Grado de la Escuela de Ingenierías Agrarias. Como consecuencia, se han impartido contenidos de 18 asignaturas de casi todos los cursos de los títulos de Grado implantados en la Escuela.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo forma parte de un proyecto de innovación docente financiado por el Servicio de Orientación y Formación Docente dentro de la Convocatoria de Acciones de Innovación Docente de la UEx.

BIBLIOGRAFÍA

OECD. (2015), Education at a Glance 2015: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/eag-2015-en>

EU, 2015. Estrategia Universidad 2015. *Contribución de las universidades al progreso socioeconómico español 2010-2015*. Secretaría General de Universidades. Ministerio de Educación. (2011).

Martín del Pozo, M. A. (2013). Formación del profesorado universitario para la docencia en inglés. *Revista de Docencia Universitaria* Vol.11 (3) 197-218. ISSN: 1887-4592

“Control de velocidad: ¿cómo detectar la velocidad de un coche en movimiento?”. La adquisición de competencias científicas a través de experimentos con sensores

Ramírez, J. R.,¹ Aguilera, T. L.,² Artigas, C.,³ Bofill, S.,⁴ Franch, P.,⁵ Guitart, F.,⁶ Mas, M.,⁷ Ríos, C.,⁸ Tortosa, M.⁹

¹Institut Rovira-Forns (Santa Perpètua de Mogoda). ²Institut Vil·la Romana (La Garriga). ³Col·legi La Salle (Montcada), ⁴Institut Joaquina Pla i Farreras (Sant Cugat del Vallès). ⁵Institut Front Marítim (Barcelona). ⁶CESIRE CDECD (Barcelona). ⁷Institut La Serreta (Rubí). ⁸Institut Ferran Casablanca (Sabadell). ⁹Institut Sabadell (Sabadell), coordinadora europea COMLAB.

jramire8@xtec.cat.

RESUMEN

En este trabajo se presenta una actividad del proyecto europeo COMBLAB (www.comblab.eu) que tiene como objetivo principal la adquisición de competencias científicas en estudiantes de secundaria mediante experimentos con sensores (equipos EXAO o MBL). Se ha creado una estructura de actividades de enseñanza-aprendizaje basada en recomendaciones en investigación educativa y se ha implementado en las aulas con el objetivo de validarla. En las actividades se promueve un trabajo del alumnado de manera autónoma en grupos colaborativos mediante indagación guiada para potenciar las competencias de diseño de experimentos y comunicación de conclusiones. Mediante cuestionarios individuales se han obtenido datos sobre aspectos del aprendizaje, de la percepción y de la motivación de los estudiantes.

Esta comunicación presenta una actividad de cinemática realizada con alumnos de 2º ESO en institutos de Cataluña. El análisis de los datos muestra que los estudiantes entienden los objetivos de la actividad y que no siempre necesitan del profesorado.

PALABRAS CLAVE

Cinemática, Competencia científica en secundaria, Equipos MBL, Indagación guiada, Predicción.

1. INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

Las investigaciones en didáctica no han encontrado relaciones simples entre las experiencias de laboratorio y el aprendizaje de los estudiantes (Hofstein y Lunetta, 2003). Aunque se ha demostrado que los métodos clásicos no resuelven las lagunas de los estudiantes, no hay una única opinión acerca de cómo deben ser las clases o cómo llevar los resultados de investigación en enseñanza de las ciencias a los laboratorios escolares. El aprendizaje por indagación (o IBSE, Inquiry Based Science Education) ha demostrado su eficiencia tanto en los niveles de primaria como de secundaria ya que incrementa el interés del alumnado y al mismo tiempo estimula la motivación del profesorado (Fortus et al, 2006; Rocard et al, 2007). El análisis acerca de las percepciones de los estudiantes

sobre su aprendizaje (Hofstein, 2003) demuestra que los estudiantes involucrados en una investigación de tipo indagativo encuentran el ambiente de laboratorio más abierto e integrado en un marco conceptual que los alumnos que participaron en el grupo control. En los equipos de captación automática de datos (MBL de las siglas Microcomputer based laboratory, o EXAO, Experiencias Asistidas por Ordenador) uno o más sensores están conectados a una interficie y ésta al software. Estos equipos permiten ver en tiempo real la visualización de las variables de un experimento y ofrecen la posibilidad de medir magnitudes que son muy difíciles de obtener con equipos clásicos. La investigación muestra entre las ventajas de utilizar dicha tecnología la motivación de los estudiantes, la mejora de otras habilidades, como la interpretación de gráficos, y el desarrollo diversas competencias y habilidades cognitivas de alto nivel (Tortosa, 2012).

El trabajo que presentamos forma parte del Proyecto COMBLAB (517587-LLP-1-2011-ES-COMENIUS-CMP), acrónimo de “The acquisition of Science Competencies through ICT Real Time Experiments” (www.comblab.eu). En el proyecto, coordinado a nivel europeo por una de las autoras del presente trabajo, el alumnado trabaja con experimentos en tiempo real. Es decir, los alumnos pueden ver los gráficos de los resultados del experimento mientras éste se realiza.

Investigadores de cinco países (Austria, Finlandia, Eslovaquia, República Checa y España) han diseñado actividades de laboratorio de química, biología y física contextualizadas y basadas en la investigación dirigida, así como sus guías para los docentes. Las actividades se basan en recomendaciones de investigaciones en didáctica de las ciencias contextualizadas que proponen que el alumnado trabaje mediante indagación guiada (Tortosa et al, 2013 y 2014). Las actividades han sido implementadas por alumnado y profesorado en formación en diferentes centros de los cinco países que participan en el proyecto.

En todas las actividades inicialmente se halla una *Fase exploratoria* de presentación de una determinada situación o problema a partir de la cual nace una pregunta de investigación en torno a la cual se desarrolla la actividad.

En la segunda fase, *Calentamiento*, los alumnos se familiarizan con los sensores y el equipamiento a la vez que predicen y luego contrastan sus predicciones con un experimento propuesto en la actividad. Así, surgen conceptos previos y se activan los conocimientos necesarios.

En la tercera fase, *Diseño y realización del experimento*, los alumnos diseñan su propio experimento para investigar, profundizar en los contenidos y dar respuesta a la pregunta o situación problema inicial. Plantean alguna pregunta de investigación, formulan la hipótesis a su pregunta y diseñan un experimento que realizarán para comprobar su hipótesis utilizando el equipo MBL.

En la cuarta fase, *Análisis de resultados y conclusiones*, los alumnos interpretan los resultados y responden a la pregunta de investigación utilizando los conceptos adquiridos y los resultados obtenidos.

Finalmente han de llegar a una conclusión y compartir los resultados obtenidos con otros alumnos del aula. Es la *Comunicación de resultados*.

Los resultados de la implementación se han recogido en un pre-test y un post-test de motivación además de un post-test sobre la actividad que permite valorar la conveniencia del uso de sensores como la capacidad en la adquisición de conocimientos científicos y destrezas científicas. Los test constan de preguntas cerradas, diseñadas mediante una

escala de Likert con cuatro posibilidades (completamente de acuerdo, de acuerdo, en desacuerdo, total desacuerdo) y de preguntas de respuesta abierta.

El aprendizaje de los estudiantes es evaluado por el profesorado a partir de cuestionarios y del estudio de las respuestas de los informes de prácticas.

2. OBJETIVOS

El principal objetivo de este trabajo, que forma parte de una investigación más amplia, es validar la estructura de una actividad de enseñanza-aprendizaje diseñada sobre cinemática. En la actividad implementada se pretende que el alumnado trabaje de manera autónoma en grupos colaborativos para adquirir competencias científicas de diseño de experimentos y de comunicación de resultados. Coincidimos con Lijnse (2004) que es fundamental que los estudiantes entiendan los objetivos de sus acciones de aprendizaje para que el proceso adquiera significado para ellos. Es también básico conocer la percepción de los estudiantes sobre su aprendizaje para validar la estructura de la actividad.

Para ello nos hemos planteado las preguntas de investigación siguientes:

- Los alumnos, ¿entienden los objetivos de la actividad?, ¿necesitan de sus profesores?
- ¿Qué partes de la actividad encuentran más difíciles?

Por otro lado la adquisición de la competencia científica se relaciona con una dimensión de indagación de los fenómenos naturales y de la vida cotidiana reflejados en:

- Identificación y caracterización de los sistemas físicos desde la perspectiva de los modelos, para comunicar y predecir los fenómenos naturales.
- Identificación de problemas científicos que impliquen el diseño, la realización y la comunicación de investigaciones experimentales.

3. METODOLOGÍA

3.1. Contexto de implementación

En Cataluña, siete profesores implementaron alguna de las actividades en sus aulas. En todos los casos tenían poca experiencia en la utilización de sensores con los alumnos, aunque sí conocían el equipamiento MBL. En octubre de 2012 se creó un grupo de trabajo formado por profesorado de secundaria en activo y dependiente del CESIRE (Departament d'Ensenyament) y coordinado por las investigadoras del proyecto en nuestro país. Desde entonces se han realizado reuniones para explicar el proyecto, el desarrollo de su implementación y la evaluación de las actividades implementadas y proponer mejoras. Los alumnos realizaron las diversas actividades en los cursos 2012–2015. Los resultados y el análisis por países de los cuestionarios de las implementaciones han sido presentados en varias publicaciones (Tortosa et al, 2013 y 2014, Guitart et al, 2013).

En esta comunicación se presenta una experiencia de cinemática realizada por estudiantes de 2º de ESO utilizando un sensor de posición (Urban-Woldron, 2014). El contexto de la experiencia es el sistema de radar para el control de velocidad para la obtención de datos y construyen gráficos. Estos gráficos les permiten calcular la velocidad y reproducir diferentes movimientos delante del sensor de movimiento para entender qué es el movimiento y cómo un cambio en él genera una velocidad.

3.2. Objetivos didácticos de la actividad

La actividad presentada en esta comunicación “Control de velocidad: ¿Cómo detectar la velocidad de un coche en movimiento?” tiene como objetivos didácticos:

- Diseñar y realizar experimentos para analizar movimientos rectilíneos.
- Obtener datos experimentales con equipos MBL y analizarlos, así como extraer conclusiones científicas referidas a la cinemática.
- Saber difundir los datos y las conclusiones.
- Comprender el rigor científico en la experimentación de laboratorio.
- Trabajar en equipo y fomentar los puntos de encuentro.

Después de implementar la actividad los alumnos han ser capaces de:

- Trabajar con el sensor de movimiento.
- Describir gráficos posición-tiempo y saberlos construir.
- Entender el concepto de velocidad y su obtención a partir del gráfico posición-tiempo.
- Reproducir un gráfico posición-tiempo ejecutándolo delante del sensor.
- Saber difundir los resultados obtenidos y sus conclusiones.

3.3. Desarrollo de la actividad

Como se ha comentado, las actividades COMBLAB se dividen en cinco fases. En la primera se contextualiza la actividad a partir de la pregunta: “Control de velocidad: ¿Cómo detectar la velocidad de un coche en movimiento?” (Figura 1).

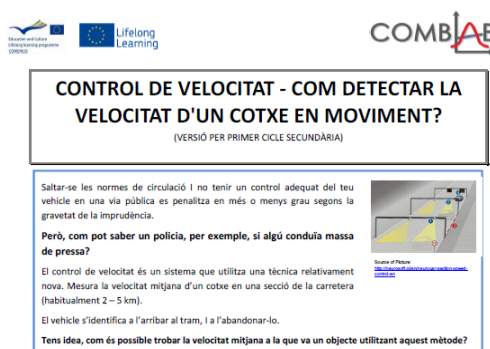


Figura 1. Fase exploratoria de la actividad.

En la fase de calentamiento se introduce a los alumnos en el uso del sensor de movimiento y del equipo de la captación de datos (Figura 2) para realizar predicciones sobre el tipo de gráfico a obtener. El objetivo es el desarrollo del método POE (Predecir-Observar-Explicar).

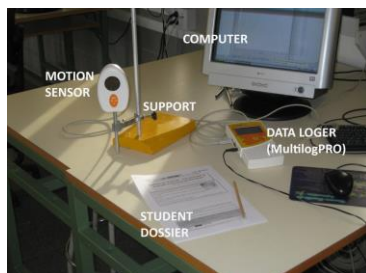


Figura 2. Sensor de velocidad y equipo MBL

A continuación se inicia la tercera fase de diseño y realización del experimento. Los alumnos caminan delante del sensor (Figura 3) y observan cómo se modifica su gráfica posición-tiempo dependiendo de la rapidez de su movimiento. Así la relacionan con la pendiente de la gráfica (estudio del movimiento en tiempo real).



Figura 3. Alumnado obteniendo datos experimentales

Se propone que reproduzcan gráficas a diversas velocidades constantes y que realicen predicciones del tipo de movimiento para obtener dichas gráficas.

Finalmente el alumnado debe ser capaz de presentar retos a sus compañeros y reproducir los que reciban utilizando sus conocimientos y las competencias adquiridas en el desarrollo de la actividad (Figura 4). Será básica la explicación de los resultados ya que es una evidencia del grado de consecución de las habilidades científicas.

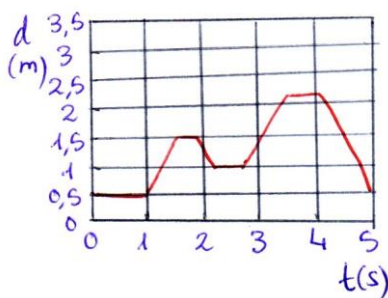


Figura 4. Reto de movimiento propuesto por el alumnado

La actividad concluye volviendo a la pregunta inicial y planteando a los alumnos que describan los fenómenos físicos acaecidos y los interpreten.

4. RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

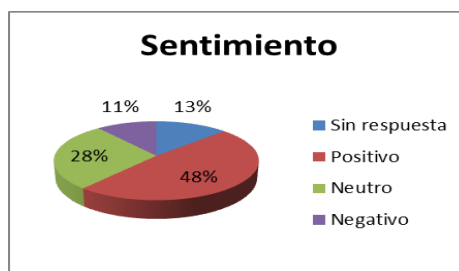
Se presentan los resultados del cuestionario específico (Figura 5) pasado a 93 alumnos de 2º de ESO de dos institutos de Barcelona una vez implementada la actividad.

Figura 5. Cuestionario post-actividad

En dicho test se distinguían cinco grandes bloques:

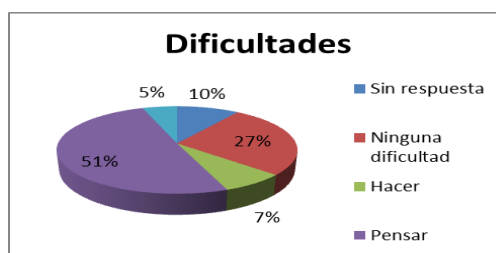
- A) Datos del alumno (edad y sexo)
- B) Ejecución de la actividad con sensores y equipamiento MBL
- C) Comprensión de la actividad con MBL
- D) Mejora del conocimiento
- E) Conclusiones sobre la actividad

La gráfica 1 muestra las respuestas a “¿Has encontrado la actividad interesante y motivadora?”. Más del 48% de los alumnos tienen un sentimiento positivo hacia este tipo de prácticas frente al 11% que es negativo. Destacar también la indiferencia del 28% del alumnado.



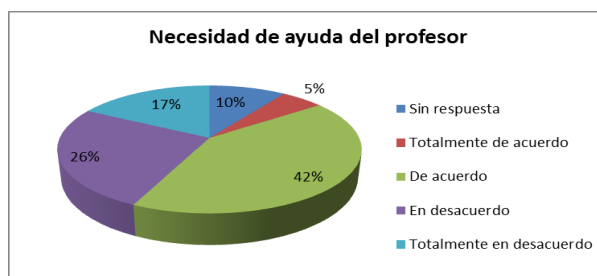
Gráfica 1. Ítem “¿Has encontrado la actividad interesante y motivadora?”

En la gráfica 2 se observa que un 51% de los estudiantes creen que la mayor dificultad se halla en las acciones relacionadas con tener que pensar (contestar las preguntas, pensar el diseño del experimento, etc.). Ha habido un porcentaje elevado de alumnos (27%) que no encontró ningún tipo de dificultad a la hora de hacer la actividad y también ha habido una parte de alumnos significativa que no ha respondido a la pregunta del cuestionario.



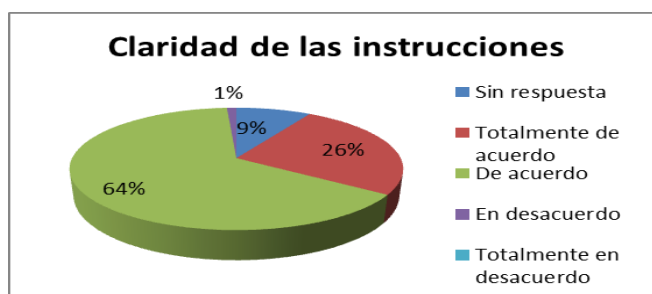
Gráfica 2. Ítem “¿Qué es lo que te ha parecido más difícil?”

La Gráfica 3 muestra que el 68% de los alumnos considera que no ha necesitado la ayuda del profesor. Este aspecto que indica el fomento de la autonomía a través de la práctica.



Gráfica 3. Ítem “¿Has necesitado la ayuda del profesor?”

Finalmente, el ítem “¿Las instrucciones de la actividad son claras?” enseña que un 84% de los alumnos cree que las instrucciones son claras y comprensibles para ellos y sólo un 9% piensa que no se entienden o son poco claras (Gráfica 4).



Gráfica 4. Ítem “¿Las instrucciones de la actividad son claras?”

5. CONCLUSIONES

A partir de la observación de aula, de los informes emitidos por los alumnos y de los tests se extraen las siguientes conclusiones:

- Los estudiantes utilizan con facilidad los sensores (de movimiento).
- Cada grupo discute internamente y analiza tanto los resultados como las conclusiones.
- Cada grupo es capaz de transmitir la información al resto de compañeros a la vez que modeliza sobre los fenómenos físicos acaecidos.
- Cuatro de cada diez alumnos no necesitan de la ayuda del profesorado para el desarrollo de la práctica. Este hecho sugiere la introducción de ciertas actividades más desafiantes para los estudiantes talentosos en futuras implementaciones de esta actividad.

Estos resultados son compatibles con la acción del profesorado como guía del aprendizaje y están en consonancia con los obtenidos previamente (Tortosa et al, 2013) para la validación de la estructura de las actividades en cinco partes. Los análisis de posteriores implementaciones de la actividad permitirían completar la adquisición de competencias por parte del alumnado.

Destacar que la adquisición de competencias científicas ha sido abordada en la actividad y el análisis de la documentación aportada por los alumnos en forma de informes y los cuestionarios planteados así lo demuestran.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Página web del proyecto COMBLAB. Último acceso el 13 de enero de 2016, desde www.comblab.eu

Fortus, D.; Hug, B., Krajcick J.S.; Kuhn, L.; MC Neill, K.L.; Reiser, B.; Rivet, A.; Rogat, A.; Schwarz, C. y Schwarz, C. (2006). *Sequencing and Supporting Complex Scientific Inquiry Practices in Instructional Materials for Middle School Students*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, NARST. San Francisco. 48 pp

Guitart, F.; Stratilová-Urvalková, E.; Smejkal, P. y Tortosa, M. (2013). Analysis of students' questionnaires after implementation of researched-based activities on the acquisition of Science competences using sensors to real classrooms. ESERA e-Book part 4. Disponible en: http://www.esera.org/media/eBook_2013/strand%204/guitart_march14.pdf.

Hofstein A. (2003). The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation and research. *Chemical Education Reseach. Practice*, 5(3), 247-264

Hofstein, A. y Lunetta, V.N (2003). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88, pp. 28-54.

Rocard, M.; Csermely, P.; Jorde, D.; Lenzen, D.; Walweg-Henrikson, H. y Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission

Tortosa, M. (2012). The use of microcomputer based laboratories in chemistry secondary education: Present state of the art and ideas for research-based practice. *Perspective. Chemical Education Reseach. Practice*,. 13, 161–171.

Tortosa, M.; Skorsepa M.; Guitart F.; Urban-Woldron H.; Aksela, M.; Tolvanen, S.; Stratilová-Urvalková E. y Smejkal, P. (2013). Design of research-based lab sheets for the acquisition of science competencies using ICT real-time experiments. Do students get the point of what they are doing? ESERA e-Book part 4. Disponible en: http://www.esera.org/media/esera2013/Montserrat_Tortosa_12_02_2014.pdf

Lijnse, P. (2004) Didactical structures as an outcome of research on teaching-learning sequences?. *International Journal Science Education*. 26:5, 537-554

Urban-Woldron, H. (2014). *Control de velocitat: Com detectar la velocitat d'un cotxe en moviment?* (Versión para primer ciclo de secundaria), pp. 1-4. Último acceso el 13 de enero de 2016, desde <http://comblab.uab.cat>

Educación Nutricional mediante trabajo colaborativo multidisciplinar con un enfoque Aprendizaje-Servicio

Romero-López, M. C., Jiménez-Tejada, M. P., González-García, F., Carrillo-Rosúa, F. J., Barón, S. D., Casas-Castillo, R., Ruiz-Rodríguez, L.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.

Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

romero@ugr.es

RESUMEN

La Educación Nutricional, es una de las funciones más importantes del Dietista Nutricionista y cuya principal población diana son los niños y niñas así como adolescentes. Sin embargo, es difícil que sepan desarrollarla con eficacia ya que no son capaces de identificarse como educadores de la salud y presentan una escasa o nula formación en didáctica de la nutrición así como en diseño y evaluación de materiales para conseguir un aprendizaje significativo. Por ello, con este proyecto, se pretende una colaboración entre estudiantes del grado de Nutrición Humana y Dietética (NHD) conjuntamente con los de Maestro en Educación Primaria e Infantil. Éstos últimos aportan sus conocimientos en didáctica y metodología para generar herramientas que promociona el procesos de enseñanza y aprendizaje, a la par que los alumnos de NHD, podrán aportar sus conocimientos relacionados más estrictamente con la nutrición y dietética. De esta forma, se genera una visión conjunta más completa sobre la Educación Nutricional. El trabajo conjunto de los futuros profesionales de la educación y la nutrición, está favoreciendo la adquisición de algunas competencias básicas y sobre todo específicas en nutrición, algo difícil de conseguir en los grado de Primaria e Infantil durante las clases teóricas de los grados.

Palabras clave

Nutrición Humana, Educación Primaria, Educación Infantil, Educación Nutricional

INTRODUCCIÓN

La alimentación es uno de los principales factores exógenos que influyen sobre el crecimiento y el desarrollo de niños y adultos, constituyendo un elemento importante no solo para disminuir la aparición de determinadas enfermedades evitables, sino también para mejorar la calidad de vida. Son muchos los autores que coinciden en la necesidad de enseñar hábitos saludables desde edades tempranas de la vida puesto que los hábitos alimentarios adquiridos durante la etapa escolar, perduran en el tiempo e influyen en los hábitos de épocas posteriores. Como muestran estudios recientes realizados en nuestro país, los niños son uno de los principales grupos de riesgo nutricional en los que se han incrementado la obesidad, alteraciones en los niveles de colesterol, hierro y calcio en sangre, hipertensión, diabetes mellitus tipo 2, etc., todo ello, como consecuencias de un estilo de vida y hábitos poco saludables (Majem, Barba, Bartrina, Rodrigo, Santana, y Quintana, 2003; Majem, Barba, Rodrigo, Viñas, y Bartrina, 2003; Sánchez-Cruz, Jiménez-Moleón, Fernández-Quesada y Sánchez, 2013). Mantener hábitos dietéticos y de

vida adecuados no solo contribuye al desarrollo físico, psíquico y social del niño, sino que evitarán trastornos y enfermedades en la etapa adulta. Alteraciones derivadas de una mala alimentación como la obesidad supone en España un gasto en asistencia sanitaria de unos 30 millones de euros. Pero además, hay que sumar el coste ligado a la reducción de la productividad laboral, puesto que las personas obesas registran menores tasas de participación laboral y perciben menores salarios que las personas con normopeso. En Andalucía, la Encuesta Nacional de Salud 2011-2012 mostró que un 19,5% de la población infantil entre 2 y 17 años sufría sobrepeso, un 9,6% obesidad, quedando así un 58,4% con un peso normal y un 12,5% con peso insuficiente (Llargués, Franco, Recasens, Nadal, Vila, Pérez y Castells, 2009). En escolares de la provincia de Granada, se encontraron niveles elevados de sobrepeso y obesidad, muchos de ellos por adquisición de malos hábitos durante la adolescencia González Jiménez, Aguilar Cordero, García García, García López, Álvarez Ferre, Padilla López y Ocete Hita, 2012; González-Jiménez, López y Schmidt Río-Valle, 2012). En general, son muy numerosos los estudios epidemiológicos relacionados con malos hábitos nutricionales, prevalencia de obesidad, etc. en los que indican la necesidad de realizar una educación nutricional desde la infancia. Sin embargo, pocos de esos estudios están hechos por nutricionistas o indican cómo debe de realizarse esa formación ni actúan conjuntamente con el profesorado.

MARCO TEÓRICO

En un estudio realizado en colegios de Granada por nuestro grupo de investigación, los maestros se encuentran con padres que no saben detectar malos hábitos en sus hijos o incluso los respaldan, dificultando la labor de maestro para educar en nutrición (Martín Way, 2014). Sin embargo, el 100% de los padres entrevistados admitieron haber presentado alguna vez dudas en la alimentación de sus hijos siendo internet su principal fuente de información. La mayoría, admitieron que a pesar de mirar las etiquetas nutricionales de los alimentos, no sabían interpretarlas. Otros muchos, a pesar de indicar que sabían qué significado tenían determinados valores del etiquetado, cuando se les enfrentó a una etiqueta nutricional, las interpretaciones que daban eran erróneas o incompletas (Castillo, 2014; Morales, 2014) En otro trabajo, se observó como en muy pocas ocasiones, la elección de la merienda se hacía en función del resto de comidas del día, descompensándose el contenido calórico y nutricional de la dieta (Núñez Bastías, Mardonez Hernández, Pincheira Rodríguez, Vera Suarez y Barrón Pavón, 2002). En ambos colegios, los maestros coincidieron en presentar dificultades a la hora de educar en nutrición al no tener una información en nutrición suficiente como para atender las necesidades de los alumnos. En otras ocasiones, el principal problema radicaba en que algunos padres no respaldaban los hábitos alimenticios correctos mostrados en los colegios por lo maestros.

De acuerdo con Bandura citado por Green y Simons-Morton, (1998), el aprendizaje de hábitos de salud se caracteriza por ser un tipo de aprendizaje social integrado en el que intervienen los padres y el entorno social del individuo. En tal sentido, habría un determinismo recíproco de los hábitos alimentarios en el hogar, la escuela y el medio ambiente social, observándose un aprendizaje imitativo de los niños, de sus pares o modelos (Asociación española de dietistas-nutricionistas, 2003; Universidad de Granada (2014, 10 marzo). Sin embargo, a pesar de ser la escuela el entorno ideal para educar en nutrición, tal y como se ha mostrado, no debe de ser el maestro la única persona sobre la que deba recaer esta responsabilidad.

Papel del nutricionista como educador

Educación sobre la necesidad e importancia de una buena alimentación implica: descubrir y erradicar creencias, mitos y conductas erróneas; promoviendo consciencia sobre las diversas funciones que juega o debe jugar la alimentación en la salud. Esto implica fomentar conceptos, actitudes y conductas claras y fundamentales sobre la alimentación. Aquí es donde interviene el papel decisivo del graduado en Nutrición Humana y Dietética (NHD). En todos los lugares donde una adecuada alimentación puede ayudar a mejorar la calidad de vida, los dietistas enseñan, investigan, valoran, guían y aconsejan. La profesión de dietista-nutricionista lleva implícita en su ejercicio la educación alimentaria y nutricional en cualesquiera de los campos donde es posible ejercerla (Romero-López, Jiménez-Tejada, Bravo, 2014). El "saber aplicar la ciencia de nutrición a la alimentación y educación de grupos de personas e individuos en la salud y en la enfermedad." (Universidad de Granada, 2014) es parte de los objetivos de estos profesionales. Sin embargo, no siempre se tiene en cuenta al formar a futuros nutricionistas, quedando olvidadas competencias como "Proponer, diseñar, planificar y/o realizar programas de educación alimentaria y nutricional, así como elaborar el material necesario en cualquier infraestructura de la comunidad (colegios, asociaciones, centros cívicos,...)" (Asociación española de dietistas-nutricionistas, 2003). Así, el experto en nutrición no debe ser un mero transmisor de conocimientos, debe de ser capaz de elaborar propuestas de intervención tanto en contextos formales (la escuela) como en contextos no formales (museos, escuelas de padres, asociaciones, etc.). Sin embargo, en un estudio realizado en 71 alumnos de tercero y cuarto del Grado en Nutrición Humana y Dietética (NHD) de la Universidad de Granada, ninguno se identificó como educador en nutrición indicando que esa competencia correspondía a maestros y profesores de centros escolares (Romero-López, Jiménez-Tejada, Bravo, 2014). Además, no solo mostraron severas dificultades para generar propuestas de educación nutricional destinadas a distintos grupos poblacionales, sino que además, algunos seguían manteniendo ciertos mitos o falsas creencias sobre nutrición.

Mejoras en los grados de NHD, Educación Primaria e Infantil

La mayoría de las asignaturas que conforman los grados de NHD, E. Primaria y E. Infantil suelen tener un alto componente teórico, y el elevado número de alumnos hace difícil emplear los modelos didácticos recomendados para mostrar una visión más cercana a su realidad laboral. El presente proyecto de innovación pretende mejorar la adquisición de aquellas competencias relacionadas con las salidas profesionales, aportándole al alumnado el ambiente ideal para desarrollar sus funciones como nutricionistas y Maestros de Primaria generando un equipo multidisciplinar, complementando entre ellos, aquellos conceptos y competencias que deben mejorar. Como se ha comentado anteriormente, la Educación Nutricional, es una de las funciones más importantes del dietista-nutricionista y cuya principal población diana son los niños y niñas así como adolescentes. Sin embargo, es difícil que sepan desarrollarla con eficacia ya que no son capaces de identificarse como educadores de la salud y presentan una escasa o nula formación en didáctica de la nutrición, diseño y evaluación de materiales para conseguir un aprendizaje significativo (Romero et al., 2014). Por ello, con este proyecto, mientras los estudiantes de Maestro en Primaria aportan sus conocimientos en didáctica y metodología para generar herramientas que promociona los procesos de enseñanza y aprendizaje, los alumnos de NHD, podrán aportar sus conocimientos relacionados más estrictamente con la nutrición y dietética. De esta forma, se genera una visión conjunta más completa sobre la Educación Nutricional. El trabajo conjunto de los futuros profesionales de la educación y la nutrición, favorecerá la adquisición de algunas

competencias básicas y sobre todo específicas en nutrición al igual que en el grado en Educación que difícilmente pueden adquirirse durante las clases teóricas de los grados. Además, la posibilidad de poder poner en práctica su trabajo, fomentará una actitud más positiva, mostrándoles una visión más real y cercana a su entorno laboral. Para conseguir este último objetivo, el proyecto se llevará a cabo conjuntamente con el Excmo. Ayuntamiento de Maracena (Granada), quienes proporcionarán las instalaciones necesarias para el desarrollo de este proyecto consistentes en el local de Juventud con varias aulas y una cocina con electrodomésticos y cierto menaje. Las instalaciones cedidas por el ayuntamiento, son punto de encuentro habitual para el desarrollo de diferentes actividades lúdicas, para niños de primaria, secundaria y padres, tanto en horario de mañana como de tarde. Los futuros Maestro de Primaria y Nutricionistas de este proyecto, han sido los encargados de diseñar sus propios materiales didácticos, evaluar su calidad y poner en práctica aquellas competencias menos desarrolladas a lo largo del grado, todo bajo la supervisión de los responsable de este proyecto. De esta actividad se verán beneficiados a su vez 4 colegios de educación primaria de la localidad, los alumnos de secundaria y bachillerato del instituto local y la Universidad de Padres de Maracena. La promoción en medios audiovisuales del evento, así como el mantenimiento de las instalaciones cedidas, correrá a cargo del Excmo. Ayuntamiento de Maracena. El material diseñado, descripción de los talleres y resultados, están siendo publicados en una página web que será utilizada como recurso didáctico en posteriores cursos académicos, asegurándonos de esta manera los beneficios de este proyecto de manera mantenida y permanente en el tiempo.

Descripción de los objetivos

Los objetivos del proyecto para ambos grados consistirían en facilitar la adquisición de aquellas competencias que por la alta carga teórica no se ve favorecida. En este caso son:

Promover el perfil de educador entre los graduados de Nutrición y ampliar los conocimientos de nutrición entre los estudiantes del grado de Educación Primaria.

Aprender a diseñar y validar material educativo relacionado con la educación nutricional así como mejorar la capacidad de redacción de informes y trabajos de investigación.

Adquirir habilidades de trabajo en equipo multidisciplinar entre estudiantes de educación y nutrición.

Proporcionar el ambiente adecuado para crear e intervenir en el diseño, realización y validación de estudios de educación nutricional, participar en la planificación, análisis y evaluación de intervenciones educativas en alimentación y nutrición en distintos ámbitos.

Ser capaz de enseñar y generar un aprendizaje significativo mediante actividades de promoción de la salud y prevención de trastornos y enfermedades relacionadas con la nutrición y los estilos de vida.

Mejorar en los estudiantes de grado la comunicación, tanto de forma oral como escrita, con las personas, los profesionales del ámbito educativo, de la salud y los medios de comunicación.

Aprender a comentar y hacer un análisis crítico de informes, trabajos científicos y material educativo.

Adquirir habilidades en la exposición oral, de informes e investigaciones educativas.

Metodología y Plan de Trabajo

El desarrollo de este proyecto tiene como base la participación activa del alumnado tanto en el conocimiento de los contenidos conceptuales como en la elaboración de las propuestas prácticas y su implementación en el ámbito escolar y adulto. La elaboración de material didáctico, diseño de una intervención educativa nutricional y puesta en práctica, ha permitido al alumnado participante una primera aproximación a la realidad profesional y adquisición de competencias que difícilmente pueden obtenerse de clases teóricas, tanto en el maestro en Educación Primaria como en el dietista-nutricionista (Figura 1). Este proyecto ha permitido que se establezca además un intercambio de información entre profesorado y alumnado universitario de las especialidades de Educación Infantil, Primaria y NHD, así como con maestros y profesores en activo especialistas en ambas etapas y alumnado de la etapa de Infantil, Primaria, Secundaria y padres.



Figura 2. a. Grupo de estudiantes del grado de NHD junto al cartel de los talleres que realizaron para el ayuntamiento; b y c. Talleres formativos dirigidos para padres de la población de Maracena. d. valoración corporal a integrantes de la AMPA de cuatro colegios de la población.

Para ello se describen una serie de tareas básicas que realizarán durante la elaboración del presente proyecto:

Tarea 1: Creación del grupo multidisciplinar de estudiantes de ambos grados. Estudio y análisis de las necesidades de cada grupo para su formación en didáctica y nutrición. Elaboración del material necesario para suplir esas deficiencias.

Tarea 2: Evaluación de los conocimientos relacionados con la nutrición y hábitos saludables de escolares y padres. Estudio y análisis de las necesidades, dudas e inquietudes que presentan los padres sobre alimentación y hábitos de vida saludable.

Tarea 3: Elaboración, por parte del alumnado implicado en el proyecto, de juegos y actividades prácticas relacionadas con la nutrición y hábitos saludables que cubra las necesidades observadas en la tarea 2. Todas las actividades se realizarán bajo la supervisión del profesorado responsable del proyecto.

Tarea 4: Diseño de la intervención educativa a realizar (antecedente, objetivos, metodología, evaluación del proceso y material, resultados y conclusiones), en función de los datos obtenidos en la tarea 2, en la que se incluye la elaboración de 9 talleres prácticos y exposición de contenido teórico necesario.

Tarea 5: Exposición de los talleres y materiales elaborados para una evaluación interna llevada a cabo por el profesorado y por los propios alumnos. Tras la exposición se harán las modificaciones oportunas antes de la implementación en los centros educativos implicados.

Tarea 6: Presentación del material definitivo a maestros en activo de Educación Primaria y Secundaria para seleccionar el más adecuado para la aplicación. Con dicha exposición se realizará parte de la evaluación externa del proyecto. El material definitivo destinado a padres, será evaluado por los profesionales de educación y nutrición involucrados en este proyecto.

Tarea 7: Implementación de los talleres y charlas para los alumnos de Primaria, secundaria y padres. Esta fase también permitirá una evaluación externa del proyecto.

Tarea 8: Difusión del material elaborado a través de la página web, publicaciones (revistas, libros, congresos) y concejalía de Juventud del Excmo. Ayuntamiento de Maracena.

Cronograma

Éste es sin duda el aspecto más complejo de coordinar. Se trata de alumnos de diferentes horarios y grados que deben reunirse para analizar, diseñar, elaborar y poner en práctica tanto material como una secuencia de actuación. Sin embargo, el carácter motivador que se está observando entre los estudiantes, está facilitando esta labor. Una de las ventajas para poder cumplir con este cronograma es que se ha integrado dentro de la asignatura Educación Nutricional: Propuestas Didácticas del grado de NHD así como de Educación nutricional y la Salud de E. Infantil y Didáctica de las Ciencias Experimentales: Ciencias de la Vida del grado de E. Primaria. De esta manera, se facilita la reunión en horarios que son compatibles con sus estudios y además forma parte de las actividades de las asignaturas cursadas en el año académico. En la tabla 1 se puede observar la distribución de las sesiones de los estudiantes para realizar las diferentes tareas.

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9
Tarea 1									
Tarea 2									
Tarea 3									
Tarea 4									
Tarea 5									
Tarea 6									
Tarea 7									
Tarea 8									

Tabla 2. Cronograma de distribución de tareas a realizar por los estudiantes y profesorado implicado en el proyecto.

En estos momentos, esta propuesta de trabajo se está desarrollando en la Universidad de Granada. Aunque aún no ha finalizado la experiencia y por tanto no podemos aportar aún resultados definitivos, podemos confirmar que durante el presente curso académico, la adquisición de las competencias del alumnado de ambos grados ha mejorado. Este dato ha sido especialmente notable entre los alumnos de NHD (Romero-López, Jiménez-Tejada y González-García, 2015). Se ha comparado las calificaciones obtenidas mediante actividades concretas como diseño de una intervención educativa, diseño de una guía nutricional para adolescentes, análisis de la calidad didáctica de las pirámides y ruedas nutricionales presentes en diferentes libros de texto, etc. Además, para conocer la opinión de los alumnos sobre la metodología utilizada, al final del curso se les facilitó un cuestionario anónimo, en el que se recoge algunos ítems del cuestionario validado por Vargas (2009), y que fueron modificados para este estudio. A pesar de las dificultades encontradas a lo largo del curso, el 84.4% de los estudiantes (27/32 alumnos) están contentos con la experiencia y consideran que esta metodología les motiva en el aprendizaje de la asignatura. (84.4%; 27/32 alumnos). Todos los estudiantes coincidieron en que con el modelo de aprendizaje utilizado aprenden más y los prepara mejor para el futuro laboral.

BIBLIOGRAFÍA

- Majem, L. S., Barba, L. R., Rodrigo, C. P., Viñas, B. R., y Bartrina, J. A. (2003). Hábitos alimentarios y consumo de alimentos en la población infantil y juvenil española (1998-2000): variables socioeconómicas y geográficas. *Medicina clínica*, 121(4), 126-131.
- Majem, L. S., Barba, L. R., Bartrina, J. A., Rodrigo, C. P., Santana, P. S., y Quintana, L. P. (2003). Obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del Estudio enKid (1998-2000). *Medicina clínica*, 121(19), 725-732.
- Sánchez-Cruz, J. J., Jiménez-Moleón, J. J., Fernández-Quesada, F., y Sánchez, M. J. (2013). Prevalencia de obesidad infantil y juvenil en España en 2012. *Revista Española de Cardiología*, 66(5), 371-376.
- González Jiménez, E., Aguilar Cordero, M., García García, C. J., García López, P., Álvarez Ferre, J., Padilla López, C. A., y Ocete Hita, E. (2012). Influencia del entorno familiar en el desarrollo del sobrepeso y la obesidad en una población de escolares de Granada (España). *Nutrición Hospitalaria*, 27(1), 177-184.
- González-Jiménez, E., López, G., y Schmidt Río-Valle, J. (2012). Análisis del estado nutricional en escolares; estudio por áreas geográficas de la provincia de Granada (España). *Nutrición Hospitalaria*, 27(6), 1960-1965.
- Llargués, E., Franco, R., Recasens, A., Nadal, A., Vila, M., Pérez, M. J., ... y Castells, C. (2009). Estado ponderal, hábitos alimentarios y de actividad física en escolares de primer curso de educación primaria: estudio AVall. *Endocrinología y Nutrición*, 56(6), 287-292.
- Castillo Ruano, María del Mar (2014) ¿Que saben los padres de nutrición? Trabajo Final de Grado. Universidad de Granada. Granada.
- Morales Arco, Noelia. (2014) Etiquetado nutricional, consciencia e influencia social. Trabajo Final de Grado. Universidad de Granada. Granada.
- Martín Way, C. (2014). Estudio sobre la percepción de los padres/madres de la imagen corporal de sus hijos y de la comida del recreo y merienda sana. Trabajo Final de Grado. Universidad de Granada. Granada.

Greene, W.H. Y Simons-Morton, B.G. (1988). Educación para la Salud, México: Interamericana-McGraw-Hill, pp. 133-149

Núñez Bastías, Mardonez Hernández, Pincheira Rodríguez, Vera Suarez y Barrón Pavón, V. (2002). Conocimientos alimentarios y estado nutricional de los escolares urbanos de Chillan. *Theoria*, 11(1), 27-33.

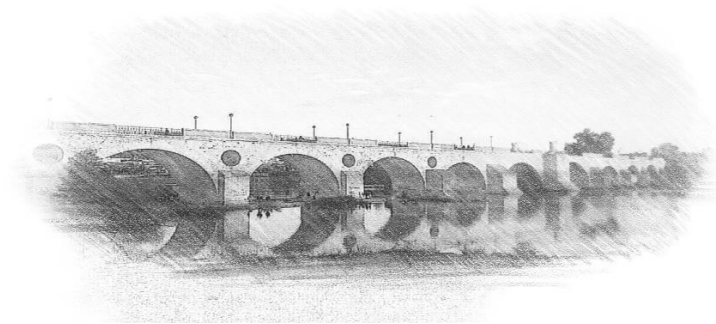
Asociación española de dietistas-nutricionistas. (2003). *Perfil de las competencias del titulado universitario en nutrición y dietética*. Documento inédito.

Universidad de Granada (2014, 10 marzo). Objetivos y competencias del grado de Nutrición Humana y Dietética. Descargado de http://grados.ugr.es/nutricion/pages/titulacion/objetivos?login_form_register.

Romero. M, C, Jiménez. M, P, Bravo. B. (2014) ¿Qué saben los alumnos del grado de nutrición Humana y Dietética sobre las funciones de los alimentos y nutrientes? Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Granada. Granada, España

Romero-López, M. C., Jiménez-Tejada, M. P., y González-García, F. (2016, January). Development of professional practice through problem-based learning in human nutrition and Dietetics. In *SHS Web of Conferences* (Vol. 26). EDP Sciences.

Vargas, C. (2009). El método del caso en la enseñanza del Derecho: experiencia piloto de un piloto novel. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*. Vol, 2(4), 193-206.



PÓSTERES

Línea 2. El desarrollo profesional del profesorado
(EI, EP, ESO, FP, Bachillerato y Universidad).

Análisis de las creencias pedagógicas y científicas de futuros maestros de infantil antes y después de una propuesta didáctica en torno a la alfabetización científica

Eugenio, M.,¹ Aragón, L.,² Jiménez-Tenorio, N.,² Vicente, J. J.²

¹*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática, Facultad de Educación de Soria, Universidad de Valladolid.*

²*Departamento de Didáctica, Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Cádiz.*

m.eugenio@agro.uva.es

RESUMEN

Presentamos un análisis de las concepciones que mantienen futuros maestros/as de infantil sobre el conocimiento profesional y epistemológico, antes y después de la implementación de una propuesta didáctica dirigida a contribuir a su alfabetización científica. Se utilizó como instrumento el INPECIP y se diferenciaron tres dimensiones para el análisis: imagen, enseñanza, y aprendizaje de las ciencias. Las concepciones se analizaron según una escala bipolar de extremos tradicional y constructivista. Se observa que el alumnado partió de concepciones ambivalentes o cuasi-constructivistas (en enseñanza de las ciencias), así como una evolución hacia un modelo constructivista en todas las dimensiones. A pesar de que esas diferencias entre antes y después no fueron estadísticamente significativas, se valora positivamente la implementación de la propuesta, con la precaución que aconseja el hecho de que el instrumento recoja exclusivamente el conocimiento declarativo.

Palabras clave

Alfabetización científica; conocimiento epistemológico; conocimiento profesional; formación inicial.

INTRODUCCIÓN

Al inicio de la formación universitaria, el futuro docente mantiene una serie de concepciones, actitudes y valores sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias que desarrolla en calidad de alumno a lo largo de toda su trayectoria académica. Durante la enseñanza obligatoria recibe información sobre los contenidos específicos de las diferentes materias, pero no sólo aprende conceptos o procedimientos, también asimila concepciones y creencias sobre la propia materia, que pueden perdurar en su memoria (Blanco, Mellado y Ruíz, 1995). Tales concepciones repercuten en su proceso de aprendizaje durante la formación inicial de maestros/as, y también en su futura acción docente. Algunos estudios parecen mostrar que existe una relación entre lo que los profesores piensan y cómo enseñan (Coll y Sánchez, 2008) y que, entre los componentes implícitos de la práctica docente, aparecen las concepciones y creencias de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje (Kane, Sandretto y Heath, 2002). Estos aspectos se incluyen en el concepto de *conocimiento didáctico del contenido*

(CDC), propuesto por Shulman (1987) y el cual hace referencia a la comprensión de aquello que se ha de aprender y de cómo se debe enseñar a cierto alumnado y en cierto contexto, por tanto se tiene en cuenta tanto el contenido como la didáctica. Hay un acuerdo general sobre la idea que el desarrollo del CDC está fundamentalmente ligado a la práctica docente y la reflexión sobre ésta (Acevedo, 2009), y, aunque es complejo debido a su naturaleza implícita, se han sugerido distintos procedimientos, métodos e instrumentos para tratar de explicitarlo y describirlo.

MARCO TEÓRICO

Actualmente se considera que la ciencia forma parte del patrimonio cultural de la humanidad, y como tal, debe formar parte de la educación de cualquier ciudadano (Cañal, 2004). Algunos autores inciden en su valiosa contribución a la formación de un espíritu crítico necesario para la toma de decisiones fundamentadas en torno a problemas con serias implicaciones éticas que afectan a la humanidad (Gil y Vilches, 2006). La importancia de la alfabetización científico-tecnológica (ACT) se ha reflejado en las reformas educativas desarrolladas e implantadas en muchos países, así como en informes de política educativa de organismos internacionales (Acevedo, 2004). Los antecedentes del concepto remontan a mediados del siglo pasado, y su reivindicación como parte esencial de la educación se da a partir de la década de los noventa. Como señalan Acevedo, Vázquez y Manassero (2003), no es unívoco ni sencillo, y ha cambiado a lo largo del tiempo: se ha usado como lema que resume los propósitos de reforma de la enseñanza de las ciencias de un amplio movimiento internacional de expertos; para expresar de forma genérica las finalidades y objetivos de la educación científica; o como mito que señala el ideal a perseguir.

El término ha sido analizado por diferentes autores. Shen (1975) distinguió tres componentes: uno práctico (los conocimientos necesarios para la vida diaria en relación a salud y supervivencia); uno cívico (la conciencia de las complejas relaciones CTS y los conocimientos para participar en debates sobre temas tecno-científicos); y uno cultural (la consideración de la ciencia como parte de nuestra cultura, y el interés hacia ella). Kemp (2002) distinguió tres dimensiones: una conceptual -relacionada con la comprensión y los conocimientos necesarios-; una procedimental -relacionada con los procedimientos y las habilidades-; y otra afectiva -relacionada con las actitudes y los valores en relación a las ciencias-.

Por su parte, Hodson (1992) distinguió tres elementos fundamentales en torno a la ACT: aprender ciencia (adquiriendo y desarrollando conocimiento teórico y conceptual); aprender acerca de la ciencia (desarrollando una comprensión de la naturaleza de la ciencia, y de las complejas relaciones entre ciencia y sociedad); y aprender a hacer ciencia (participando en enfrentarse a problemas y solucionarlos mediante la investigación científica). Si partimos de la necesidad actual de formar a ciudadanos más críticos y libres, un paso importante es sin duda, contribuir a la formación de profesionales capaces de tratar estos aspectos desde sus clases de ciencias y desde edades tempranas. Atendiendo a esta situación, los elementos expuestos por Hodson (1992) han sido utilizados como ejes centrales para el diseño de una propuesta didáctica orientada a contribuir a la ACT de los futuros maestros/as de infantil, y que constituye el marco de referencia en el cual se desarrolla este estudio.

ESCENARIO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se sitúa en un contexto de formación inicial de profesorado. La propuesta didáctica se diseñó en el marco de un proyecto de innovación y mejora docente concedido por la Universidad de Cádiz para el presente curso académico (2015-2016) y se desarrolló en la asignatura Didáctica del Medio Natural. Ésta se imparte en el tercer curso del Grado de Maestro/a en Educación Infantil, durante el primer semestre. La asignatura se estructuró en base a cuatro bloques principales con el objetivo principal de contribuir a la ACT de los estudiantes, atendiendo a las dimensiones consideradas por Hodson (1992):

1-Bloque 1: *Finalidades de las ciencias y problemáticas asociadas a la enseñanza de las ciencias*. Los estudiantes reflexionan sobre su propio conocimiento en ciencias y sobre las debilidades de la enseñanza de las ciencias durante su propia experiencia académica como estudiantes. Expresan sus ideas sobre cómo se debe enseñar ciencias y cómo aprenden ciencias los niños y niñas en la etapa de Infantil.

2-Bloque 2: *Saber sobre las ciencias*. Se diseñaron actividades para propiciar la reflexión de los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia y su importancia en la formación inicial de maestros, como el análisis de textos sobre la vida de algunos científicos, o una actividad de las denominadas “caja negra” para abordar la naturaleza de la ciencia. De este modo, los estudiantes valoran su interés hacia los aspectos relativos a la historia y la naturaleza de la ciencia para su formación como futuros docentes.

3-Bloque 3: *Saber de ciencias, saber hacer ciencias y saber actuar desde la ciencia*. Se plantea una experiencia desde una estrategia de investigación en torno a problemas, a través de la cual los estudiantes expresan y contrastan sus concepciones sobre un tema a investigar; formulan hipótesis en base a un problema; diseñan experimentos y buscan información sobre cómo comprobar sus hipótesis seleccionando los materiales y planificando cómo llevar a cabo experiencias, para ello se organizan y reparten tareas. Posteriormente, analizan los resultados obtenidos, contrastando y compartiéndolos con el resto de los grupos. Se extraen conclusiones y se analizan la secuencia didáctica vivida.

4-Bloque 4: *Relacionar la divulgación científica con la enseñanza de las ciencias en el contexto de la formación inicial de maestros y escolares*. Los estudiantes adaptan sus experimentos a la etapa de Infantil (3-6 años), diseñando propuestas en forma de taller con objeto de fomentar la alfabetización científica desde edades tempranas. Los estudiantes implementan sus talleres con la participación de 150 niños y niñas de seis aulas de 3, 4 y 5 años del CEIP “Reyes Católicos” de Cádiz, y posteriormente los valoraron, reflexionando así sobre su práctica docente.

MÉTODOS

La cuestión central que orientó este estudio es el análisis de las creencias pedagógicas y científicas que mantienen los estudiantes de educación infantil antes y después de la primera asignatura del Grado dedicada a la didáctica de las ciencias experimentales. En concreto, nos planteamos las siguientes cuestiones: a) ¿qué creencias pedagógicas y científicas mantienen los estudiantes al inicio y al final de una propuesta didáctica orientada a contribuir a su ACT? y b) ¿se aprecia alguna evolución en las creencias de los estudiantes tras implementar dicha propuesta?

La exploración de las creencias pedagógicas y científicas que mantienen los futuros maestros de infantil se mueve a un nivel de conocimiento declarativo, dado que para su estudio se utilizó un cuestionario tanto al inicio de la asignatura como a su finalización. En concreto, se trata del Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas de Profesores

(INPECIP), diseñado y validado por Porlán, Rivero y Martín (1997,1998). Éste presenta un total de 56 declaraciones, para las cuales los estudiantes tenían que indicar su grado de acuerdo utilizando una escala de tipo Likert con 5 niveles: “Totalmente de acuerdo” (5), “De acuerdo” (4), “Indeciso” (3), “En desacuerdo” (2) y “Totalmente en desacuerdo” (1). Las declaraciones se agruparon en torno a las tres dimensiones contempladas por Ruíz et al. (2005): Imagen de la Ciencia, Aprendizaje de las Ciencias y Enseñanza de las Ciencias. Para cada dimensión se identificaron dos modelos didácticos contrapuestos: uno de enfoque tradicional y otro de enfoque constructivista, representados cada uno por un cierto número de declaraciones del instrumento (7 en cada caso, con excepción de la dimensión Enseñanza de las Ciencias: 13 para el modelo tradicional y 10 para el constructivista).

Posteriormente, se construyó una escala bipolar cuyos extremos marcan posicionamientos didácticos acordes con uno y otro modelo, y cuyos valores intermedios representan concepciones comprendidas entre ambos, en distinto grado. Al objeto de reagruparlos con los del modelo constructivista en una misma escala, los valores de las declaraciones correspondientes a percepciones acordes al modelo tradicional fueron invertidos. De este modo, valores altos de la escala resultante se corresponderían con percepciones próximas a un marco constructivista, mientras que valores bajos se corresponderían con percepciones próximas a un modelo tradicional. Las tres escalas resultantes, una para cada una de las dimensiones analizadas, alcanzaron valores de fiabilidad entre aceptables y altos, tanto en el pre-test como en el post-test (tabla 1). Finalmente, y para adecuar el estatus de los valores obtenidos al de escalas ordinales acordes con los datos originales de las declaraciones, se procedió a segmentar cada escala construidas en cinco niveles: 1) Tradicional, 2) Cuasi-tradicional, 3) Ambivalente, 4) Cuasi-constructivista, 5) Constructivista.

DIMENSIONES	Alfa de Cronbach	
	Pre-test	Post-test
Imagen de la ciencia	0,850	0,921
Aprendizaje de las ciencias	0,788	0,789
Enseñanza de las ciencias	0,825	0,814
GLOBAL	0,939	0,939

Tabla 1. Valores del coeficiente de fiabilidad Alfa de Cronbach en el pre-test y post-test realizado.

Los análisis se realizaron sobre una muestra de 49 estudiantes, para los cuales se pudieron identificar inequívocamente los cuestionarios inicial y final. Para el análisis descriptivo, se calculó la frecuencia relativa de las repuestas de cada nivel para cada una de las escalas o dimensiones estudiadas. Al objeto de averiguar si las diferencias entre las respuestas de los alumnos al cuestionario antes y después de cursar la asignatura difirieron significativamente, se empleó la prueba no paramétrica de Wilcoxon, que permite trabajar con datos ordinales.

Todo el proceso de codificación y transformación de datos, como los análisis de frecuencias y pruebas estadísticas que se aplicaron, se realizaron con el programa IBM SPSS Statistics v.21.

RESULTADOS

Los resultados correspondientes al análisis descriptivo de los datos obtenidos se muestran en la Figura 1.

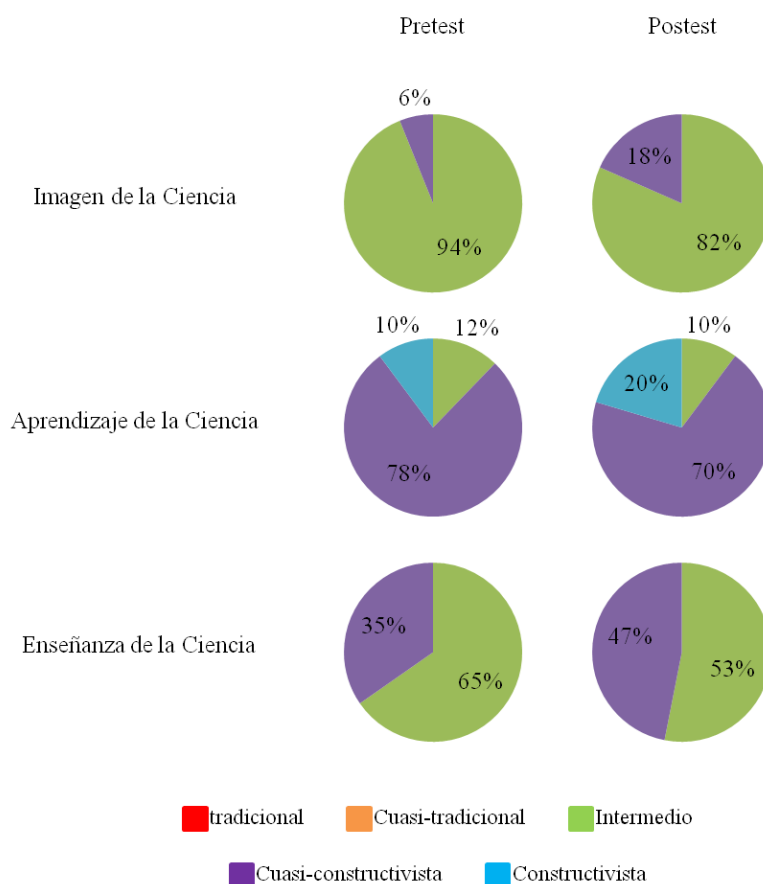


Figura 1. Frecuencias relativas de los niveles de tradicional a constructivista para la dimensión Imagen de la Ciencia, Aprendizaje de las Ciencias y Enseñanza de las Ciencias antes y después del proceso formativo.

Inicialmente, las concepciones didácticas de los alumnos están más próximas al modelo constructivista que su imagen de la ciencia. Así, un 78% se situó en un nivel cuasi-constructivista y un 10% en un nivel constructivista respecto a la dimensión Aprendizaje de las Ciencias, y respecto a Enseñanza de las Ciencias, los valores fueron de 35% cuasi-constructivista. Sin embargo, el 94% partieron de un nivel intermedio en relación a la Imagen de la Ciencia.

Numéricamente, el porcentaje de alumnos con una visión cuasi-constructivista en Imagen de la Ciencia se triplicó tras la implementación de la propuesta didáctica, pasando del 6% al 18%; el de alumnos con una visión constructivista en Aprendizaje de las Ciencias se dobló, pasando del 10% al 20%; y la visión cuasi-constructivista respecto de la Enseñanza de las Ciencias aumentó en un 12%. Al comprobar, mediante la prueba de Wilcoxon si estas observaciones se traducen en diferencias significativas se obtuvieron los siguientes valores del estadístico de contraste: para la dimensión Imagen de la Ciencia, $Z = -1,897$; para la dimensión Aprendizaje de las Ciencias, $Z = -1,604$; y para la Enseñanza de las Ciencias, $Z = -1,604$. Los valores de significatividad fueron, respectivamente, $P = 0,058$; $P = 0,109$; y $P = 0,109$; no encontrándose, por tanto, diferencia significativa en ninguno de los casos. Cabe señalar que el valor P para el análisis de la dimensión Imagen de la

Ciencia, aunque no fue estadísticamente significativo, se encontraba muy próximo; posiblemente si se aumentara el tamaño de muestra (n), dicho valor sería menor a 0,05.

DISCUSIÓN

Se observa que los alumnos no parten de concepciones puramente tradicionales, ni siquiera cuasi-tradicionales sobre la didáctica y la epistemología de las ciencias; la mayoría mostraban posicionamientos intermedios antes de cursar la asignatura e incluso, para el caso de la dimensión *Aprendizaje de las Ciencias*, el punto de partida en la mayoría de los casos fue una visión cuasi-constructivista. Estas observaciones pueden atribuirse al hecho de que los alumnos, durante los dos primeros cursos del Grado, ya han recibido una formación didáctica relativa a los modelos de enseñanza-aprendizaje y están familiarizados con el modelo constructivista. Sin embargo, no se han enfrentado a oportunidades de reelaboración de su *Imagen de la Ciencia* mediante asignaturas de didáctica de las ciencias, lo que a su vez explicaría que los valores iniciales más tendentes al modelo tradicional se obtuvieran en relación a esta dimensión. Acevedo (2009), en relación al CDC, señala que cada disciplina tiene una dimensión didáctica que no está separada de su contenido, por lo que es necesario reivindicar la importancia de las didácticas específicas en la formación inicial del profesorado.

En relación a la evolución de las concepciones, el análisis descriptivo muestra una tendencia general hacia el constructivismo de las concepciones en las tres dimensiones consideradas, aunque los análisis estadísticos muestran que las diferencias entre las concepciones anteriores y posteriores a la asignatura no fueron estadísticamente significativas. Este último hecho puede atribuirse, al menos parcialmente, a dos factores: el bajo número de participantes y el escaso tiempo de un semestre en relación a hacer evolucionar las concepciones del alumnado. Además, para la interpretación de todos estos resultados es necesario considerar la naturaleza del instrumento utilizado en la recogida de datos; un cuestionario tipo Likert constituido por declaraciones al respecto de las cuales los alumnos enuncian su grado de acuerdo. En otras palabras, se analiza un conocimiento declarativo, susceptible de ser influenciado por lo que consideran “la respuesta adecuada” o “comúnmente aceptada” en base a su formación anterior, desviándola así del posicionamiento que verdaderamente sustentan. Esto podría explicar al menos en parte que ningún alumno se declare tradicional o cuasi-tradicional en el momento inicial, lo cual no significa necesariamente que no lo sea; o, yendo más allá, que no lo fuera en la práctica docente.

En este sentido, el estudio de las concepciones pedagógicas y científicas a nivel declarativo constituiría sólo un indicador parcial del CDC de los participantes. Por un lado, por ser susceptible de estar influenciado por los conocimientos anteriores del encuestado. Y además, porque el hecho de que alguien declare estar de acuerdo con una idea no significa necesariamente que la practique; podría, por ejemplo, darse el caso de que fuera partidario pero no supiera ponerla en práctica. Y el conocimiento práctico es, a su vez, parte del CDC. En el caso que nos ocupa, es probable que los alumnos hayan avanzado y profundizado en ese conocimiento práctico de implementación de un marco constructivista tras la experiencia de la asignatura, pero desconocemos si lo han hecho en relación a un mayor convencimiento a inclinarse por un modelo constructivista.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

El trabajo ha revelado, a nivel cuantitativo, una incidencia de la formación anterior durante los estudios de Grado en las concepciones de los estudiantes; teniendo en cuenta que analizamos su conocimiento declarativo, los estudiantes de tercer curso saben (al

menos) cómo se espera que enfoquen los procesos de enseñanza-aprendizaje. También que es imprescindible que desde el área de Didáctica de las Ciencias se trabaje sobre epistemología e imagen de la ciencia, pues es ésta la dimensión en que se muestran más tradicionales. En este sentido, entendemos que nuestra propuesta didáctica es acertada, en cuanto que se focaliza en la mejora de la ACT de los estudiantes, y subrayamos la necesidad de diseñar propuestas didácticas que permitan explicitar y reflexionar sobre la propia práctica docente, pues entendemos que es imprescindible para impulsar cambios en el CDC de los estudiantes que conlleven cambios en su práctica docente futura. A nivel metodológico, será necesario ampliar la muestra poblacional para obtener resultados más sólidos, y seguir indagando sobre qué instrumentos nos permitirían profundizar en el análisis del CDC.

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-15.

Acevedo, J. A. (2009). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(1), 21-46.

Acevedo, J. A., Vázquez, A., y Manassero, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 80-111.

Blanco, L. J., Mellado, V., y Ruiz, C. (1995). Conocimiento Didáctico del Contenido en Ciencias Experimentales y Matemáticas y Formación de profesores. *Revista de Educación*, 607, 427-446.

Cañal, P. (2004). La alfabetización científica ¿necesidad o utopía?. *Cultura y Educación*, 16(3), 245-257.

Coll, C., y Sánchez, E. (2008). Presentación. El análisis de la interacción alumno-profesor: líneas de investigación. *Revista de Educación*, 346, 15-32.

Gil, D., y Vilches, A. (2006). Educación Ciudadana y Alfabetización científica: mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42, 31-53.

Hodson, D. (1992). In search of a meaningful relationship: An exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, 14(5), 541-566.

Kane, R., Sandretto, S., y Heath, C. (2002). Telling half the story: A critical review of research on the teaching beliefs and practices of university academics. *Review of Educational Research*, 72(2), 177-228

Kemp, A. C. (2002). Implications of diverse meanings for “scientific literacy”. En P.A. Rubba, J. A. Rye, W. J. Di Biase, y B.A. Crawford (Eds.), *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science* (pp. 1202-1229). Pensacola, F.L.

Porlán, R., Rivero, A., y Martín, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores-I: teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 155-171.

Porlán, R., Rivero, A., y Martín, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las ciencias*, 16(2), 271-288.

Ruiz, C., Da Silva, C., Porlán, R., y Mellado, V. (2005). Construcción de mapas cognitivos a partir del cuestionario INPECIP. Aplicación al estudio de la evolución de las concepciones de una profesora de secundaria entre 1993 y 2002. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(1).

Shulman, L. S. (1987) Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.

Shen, B. (1975). Science Literacy. *American Scientist*, 63(3), 265-268.

¿De dónde procede el magma que expulsan los volcanes? Experiencia piloto de una propuesta basada en el uso de pruebas para la formación inicial del profesorado de Educación Primaria

Fernández-Oliveras, A.,¹ Vílchez-González, J. M.,¹ Carrillo-Rosúa, J.^{1,2}

¹ Dpt. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Uni. de Granada.

² Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-Uni. de Granada).

alilia@ugr.es

RESUMEN

En este trabajo se muestran los resultados preliminares del pilotaje de una actividad basada en uso de pruebas, propuesta con la finalidad de combatir ideas erróneas sobre el interior terrestre, concretamente, sobre la localización del magma. La experiencia piloto se realizó con profesorado de Educación Primaria en formación inicial. En la actividad se presentan dos imágenes extraídas de libros de texto y se plantea la elección de aquella imagen que represente la localización del magma de forma más adecuada. Tras el análisis de una serie de pruebas, se pide a los estudiantes que reconsideren su elección de forma argumentada. Los resultados de la experiencia piloto muestran una buena evolución en lo que respecta a las ideas acerca de la localización del magma en el interior terrestre pues la imagen que representa el magma más adecuadamente pasó de ser minoritaria en la elección inicial de los participantes (31%), a mayoritaria en la elección final de estos (76%). La metodología empleada en la propuesta fue valorada positivamente por los participantes, quienes la encontraron útil tanto para su propia formación como para la de su futuro alumnado de Educación Primaria.

Palabras clave

Experiencia piloto; Propuesta didáctica; Uso de pruebas; Interior terrestre; Geología.

INTRODUCCIÓN

Existen dos modelos complementarios sobre el interior terrestre consensuados en el ámbito científico: el modelo geoquímico y el modelo dinámico, surgido de la teoría de la tectónica de placas. Actualmente se considera que los magmas que conforman las rocas ígneas se generan por fusión parcial en la corteza y el manto superior, especialmente en los 100 km más superficiales. La presencia de magma tiene un carácter muy puntual y está asociada a los límites de placas tectónicas, fundamentalmente. También se presenta en zonas correspondientes a estructuras tales como los puntos calientes, aunque su volumen es menor. Distintos trabajos ponen de manifiesto la existencia de ideas erróneas sobre el interior terrestre y el magmatismo muy arraigadas, no solo en el alumnado de todas las edades (Smith y Bermea, 2012; Capps, McAllister y Boone, 2013; Francek, 2013), sino también en el futuro profesorado de Educación Primaria (E.P.) y Secundaria (Dahl, Anderson, y Libarkin, 2005; Carrillo-Rosúa, Vílchez González, y González García, 2010; Carrillo-Rosúa, Vílchez-González y Fernández-Oliveras, 2014). Probablemente, la instrucción de tipo transmisor no favorece la evolución de dichas ideas

(Duit y Treagust, 2003). Por ello, consideramos necesario elaborar una propuesta de otro tipo y dirigirla a quién tendrá que atajar esta situación en el futuro: el profesorado en formación inicial.

El objetivo de la propuesta es, por un lado, intentar que los futuros profesores enriquezcan sus ideas acerca del magmatismo y, por otro, mostrarles de forma activa un ejemplo de enfoque metodológico no transmisor que favorezca la interpretación, la explicación y la argumentación en clave científica. Por ello, se escogió una metodología basada en el “uso de pruebas” haciendo a los docentes en formación partícipes de ella e invitándolos a hacer reflexiones, no solo de índole científica, sino también didáctica.

Se trata de fomentar una forma de enseñanza en la que el docente sea un orientador que favorezca la construcción de pensamiento y conocimiento científico escolar en su alumnado, intentando que este desarrolle la competencia científica a través de la argumentación, entendida como justificación mediante la cual se evalúan teorías o enunciados utilizando pruebas (para decidir qué explicación de un fenómeno natural es mejor y para convencer al resto de la comunidad). El enfoque argumentativo “supone un reconocimiento de que el trabajo científico tiene una dimensión experimental o empírica y otra dimensión discursiva, es decir, relacionada con leer, discutir o escribir sobre ideas científicas” (Jiménez-Aleixandre, 2011, p.139). De ahí su relevancia en un aprendizaje constructivista de las ciencias, en el que la importancia de ambas dimensiones está igualmente ponderada.

Como exponen Sanmartí y Marchán (2015), según el marco conceptual para las pruebas PISA 2015, que identifica la idea de ser competente en ciencias con la de alfabetización científica (OCDE, 2013), el estudiante científicamente competente tiene capacidad para involucrarse reflexivamente en temáticas relacionadas con la ciencia. Y, para ello, debe saber interpretar datos y pruebas así como explicar fenómenos científicamente. Es decir, analizar y evaluar datos, afirmaciones y argumentos, ofrecer explicaciones para fenómenos naturales, al igual que redactar conclusiones científicas adecuadas son habilidades que contribuyen al desarrollo de la competencia científica. Tales habilidades se potencian en la actividad cuyo pilotaje se muestra en este trabajo, fruto de la modificación de una propuesta anterior (Carrillo-Rosúa et al., 2014).

Además de la idea científica clave, el magmatismo, a través de las pruebas a analizar en la actividad, también se trata otro aspecto fronterizo entre la física y la geología: el campo magnético, que, pese a su reconocida importancia, suele abordarse muy superficialmente por la dificultad conceptual que entraña para los estudiantes a todos los niveles (Ramon-Sala, da Souza y Brusi, 2014). Abordar esta temática de una forma más aplicada, como puede ser a través del uso de pruebas, puede contribuir a que dichos conceptos no sean considerados tan abstractos y difíciles de comprender.

MÉTODO

Participantes y contexto

En el estudio participaron dos grupos de estudiantes de la Universidad de Granada del Grado en Maestro de E.P. (N = 51). La implementación tuvo lugar en el marco de las actividades de aula de la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales I, del título mencionado, durante el curso académico 2015-2016.

Procedimiento

La actividad propuesta, se presenta bajo el título: “¿De dónde procede el magma que expulsan los volcanes?” y consta de las fases que se describen seguidamente.

Fase 0: ¿Qué sabemos del tema?

Antes de empezar la actividad, se aborda la idea científica clave, el magmatismo, comenzando con la realización de un dibujo en el que los participantes plasmen su modelo del interior de la Tierra, incluyendo la localización del magma que es expulsado por los volcanes. Posteriormente, estos modelos se confrontarán con los de otros estudiantes, que se mostrarán tipificados en tres grandes grupos atendiendo a cómo incorporan la localización del magma. En el primer tipo se incluyen aquellos modelos que sitúan al magma en una capa completa y permanentemente fundida, localizada en el manto terrestre (Figura 1a). El segundo tipo incluye aquellos modelos que sitúan al magma en una capa completa y permanentemente fundida localizada en el núcleo terrestre (Figura 1b). Finalmente, el tercer tipo de modelos engloba al resto de opciones.

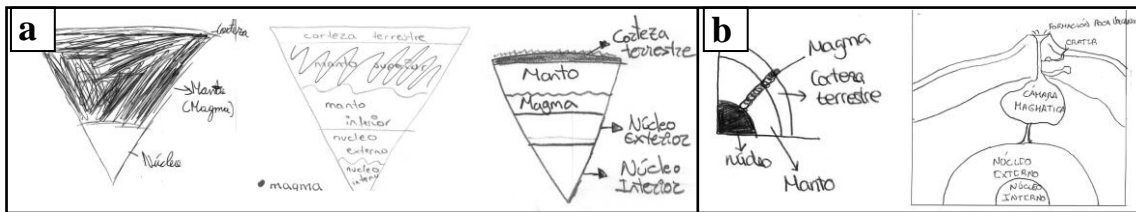


Figura 1. Ejemplos de modelos del interior terrestre en los que el magma procede de una capa fundida (líquida) localizada en el manto (a) o en el núcleo (b).

Fase 1: ¿Cuál es el problema?

Se plantea a los participantes la situación hipotética de preparar una presentación de diapositivas con fines didácticos que incluya una imagen representativa de la localización del magma en el interior terrestre. Se proporcionan dos imágenes procedentes de dos libros de texto, etiquetadas con las letras A y B (Figura 2). Se pide a los participantes que escojan razonadamente la imagen que consideren más adecuada, haciendo hincapié en que lo relevante es la localización del magma, para evitar que la elección atienda a otros aspectos representados en las imágenes.

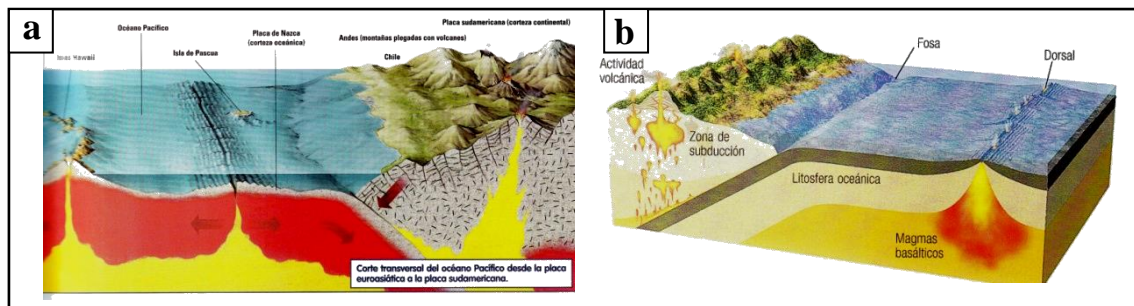


Figura 2. Imágenes de libros de texto: (a), Vicens-Vives -4º ESO, 1999; (b), SM 4º ESO, 2008).

La imagen 2A puede reforzar un modelo de la Tierra mal formado en el que se incluya una capa completa y permanentemente fluida que albergue el magma. La imagen 2B es más adecuada en lo que respecta a la representación del magma, pues en ella se observa cómo este se origina en zonas puntuales de la corteza y del manto asociadas fundamentalmente a los límites de placas tectónicas.

Fase 2: ¿Cuáles son los datos y cómo los interpretamos?

Seguidamente se proporcionan una serie de datos que los participantes han de interpretar para ir construyendo pruebas que les lleven a elaborar una conclusión como respuesta al problema planteado. Dichos datos se engloban en tres bloques:

a) Comportamiento de ondas sísmicas

Todos somos conscientes de que en el interior terrestre hay magma, al menos en algunas zonas, pues los volcanes lo expulsan. Pero, ¿existe, como algunos defienden, una capa de magma en la geosfera? Para responder a esto se analiza una gráfica sobre el comportamiento de las ondas sísmicas en el interior terrestre (Figura 3).

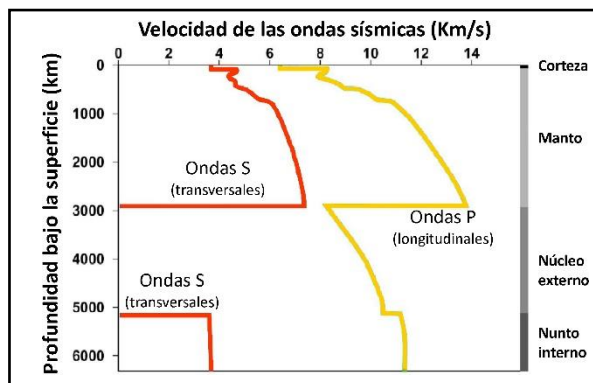


Figura 3. Gráfica sobre el comportamiento de las ondas sísmicas en el interior terrestre

En la gráfica de la Figura 3 se observa que las ondas P, longitudinales, se transmiten por todo el interior terrestre mientras que las ondas S, transversales, no lo hacen en el núcleo externo. Esto permite identificar al núcleo externo como la única capa de la geosfera que se encuentra completamente en estado líquido y de forma permanente¹. Una vez analizada esta información, se insta a los participantes a que reconsideren su modelo del interior terrestre pidiéndoles que descarten los modelos de la tipificación mencionada anteriormente, que sean incompatibles con el resultado de dicho análisis. En este punto, aquellos modelos que sitúan al magma en una capa fundida localizada en el manto serán rechazados, pues de la interpretación de los datos se deriva que el manto es, globalmente, una capa sólida. También aquellos modelos que sitúen el magma en el núcleo interno se revelan inviables, pues dicha capa terrestre es asimismo sólida, merced a los resultados de esta prueba.

b) Comportamiento de las brújulas

El análisis de la prueba anterior conduce a afirmar que la única capa permanentemente líquida de la geosfera es el núcleo externo, pero no asegura que dicha capa esté constituida por el magma que da lugar a los fenómenos volcánicos. Para saber de qué está formado el núcleo acudimos a las propiedades magnéticas de la Tierra.

Todos conocemos el comportamiento de una brújula: su aguja imantada unida a un eje perpendicular gira libremente en su plano y señala el norte terrestre. Pero, al acercarse un imán, la aguja de la brújula cambia su orientación y se dirige hacia él. Entonces, ¿cómo tiene que ser el interior terrestre para funcionar como un imán? Para responder a la pregunta se proporciona el material que se muestra en la Figura 4a y se visiona un vídeo de elaboración propia, disponible en la dirección: <http://youtu.be/OACXblG4ppw>. Entre el material facilitado (Figura 4a) se incluyen *magnaprobos*, que son pequeños imanes de barra montados en un cardán de manera que pueden girar libremente en tres dimensiones. El fin didáctico de estos dispositivos es demostrar la naturaleza tridimensional de los campos magnéticos. Además, en el interior de algunas de las esferas de plastilina previamente se introdujo un imán. Manipulando los *magnaprobos* y las esferas de

¹ En http://www.earthlearningidea.com/PDF/77_Spanish.pdf se puede consultar una analogía para comprobar cómo las ondas transversales no se transmiten en fluidos (último acceso 22-02-2016).

plastilina, puede identificarse la causa del magnetismo terrestre: debe haber otro imán en el interior de aquellas esferas de plastilina que modifican la orientación del pequeño imán del *magnaprobe* de la misma manera en que lo hace la esfera del vídeo visionado (Figura 4b). De igual modo, debe haber algún material que tenga las mismas propiedades magnéticas que un imán. Una posibilidad es que la capa líquida identificada en la creación de la prueba anterior esté formada por el metal que constituye los imanes convencionales: el hierro, que, al encontrarse fundido, pueda estar en movimiento.

b) Comportamiento de rocas ígneas

El análisis de los datos anterior permite afirmar que el núcleo externo está compuesto por hierro, pero sigue sin asegurarse que dicha capa esté constituida por el magma que es expulsado por los volcanes. Para tratar de aclararlo, recurrimos al análisis de las propiedades magnéticas de las rocas ígneas, volcánicas y plutónicas, pues ambas están constituidas por magma solidificado aunque el ritmo de enfriamiento sea distinto. Para estudiar el posible magnetismo de las rocas ígneas se dispone de diversas muestras de dicho tipo de rocas, varios imanes de barra y *magnaprobos* (Figura 4c). Como “elementos de control”, también se proporcionan objetos cotidianos que son atraídos por los imanes, como llaves o auriculares.

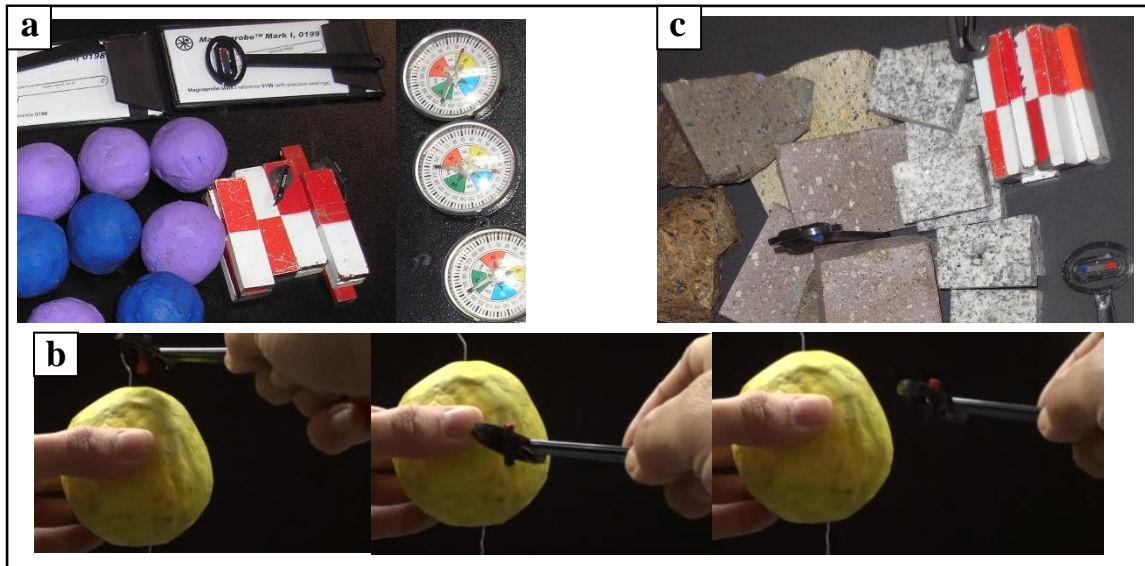


Figura 4. Material empleado en la fase 2.

Analizando el comportamiento de las rocas ígneas ante la proximidad de los imanes se infiere que dichas rocas no están compuestas de hierro, pues no son atraídas por los imanes (como sí lo son las llaves), ni modifican la orientación de los *magnaprobos* (como hacen los auriculares). La interpretación de esta prueba, combinada con la anterior, permite afirmar que las rocas ígneas no tienen la misma composición que el núcleo externo, por lo que el magma tampoco puede proceder de dicha capa terrestre. Una vez construida la prueba, se insta de nuevo a los participantes a que reconsideren su modelo del interior terrestre. Ahora se les pide que descarten, de los modelos compatibles con la interpretación de la primera prueba, los que sean incompatibles con el del análisis conjunto de las dos últimas pruebas. En este punto, aquellos modelos que sitúan al magma en una capa fundida localizada en el núcleo externo serán rechazados, pues de la interpretación de las pruebas se deriva que su composición no se corresponde con la del magma.

Así, la única posibilidad que queda es que el magma no se encuentre en zonas permanentemente fundidas del interior terrestre, sino que se forme en zonas localizadas (opción quizás no considerada).

Fase 3: ¿Qué conclusión extraemos?

Después de la interpretación de las pruebas analizadas, se pide a los participantes que se replanteen su elección inicial entre las dos imágenes proporcionadas (Figura 2), justificando su decisión final. Para comprobar si la interpretación de las pruebas ha sido significativa para los participantes, se les pide argumenten acerca de la idoneidad de las imágenes proporcionadas desde el punto de vista de la representación de la localización del magma en base a las pruebas analizadas.

Fase 4: ¿Para qué nos sirve lo aprendido?

Como tarea de metacognición, se pide a los participantes que reflexionen sobre la metodología didáctica seguida en la actividad realizada. En este sentido, se les pide que valoren por escrito la utilidad que consideran presenta el uso de pruebas para la toma de decisiones de forma científica, tanto en su propia formación como futuros docentes, como en la formación de sus potenciales alumnos.

Tipo de análisis

Se mostrarán de forma cuantitativa los resultados preliminares del pilotaje de la actividad propuesta. En lo que respecta a las valoraciones de los participantes, el análisis realizado tiene como base el paradigma cualitativo-interpretativo y es de tipo descriptivo. Nos planteamos explicitar el pensamiento del profesorado en formación respecto a la metodología empleada, tras tomar parte activa de ella, dándole la palabra para que exprese sus reflexiones por escrito. Mediante la interpretación de lo expresado por los participantes, tratamos de visibilizar cómo ha sido su visión de la experiencia, que puede incidir en su formación docente inicial y en su futura acción profesional.

RESULTADOS

Los resultados preliminares de la experiencia piloto llevada a cabo se muestran en la Tabla 1, donde se muestran las combinaciones de la elección inicial y final de las imágenes proporcionadas. Dichas combinaciones aparecen secuenciadas en orden decreciente según la proporción de participantes que optaron por ellas.

Elección inicial → Elección final	N (%)
Imagen A → Imagen B (más adecuada)	47
Imagen B (más adecuada) → Imagen B (más adecuada)	29
Imagen A → Imagen A	22
Imagen B (más adecuada) → Imagen A	2

Tabla 1. Resultados del pilotaje de la actividad (N = 51).

Se encuentra que la combinación más frecuente es la que corresponde a una inversión de la elección en sentido favorable, pasando de la imagen menos adecuada (A) a la más adecuada. Solo uno de los participantes invirtió su elección en un sentido desfavorable. El resto de participantes que inicialmente optaron por la imagen más idónea, corroboró su decisión tras el análisis de las pruebas. Aunque también existe un porcentaje significativo de participantes que, escogiendo la inicialmente la imagen menos acertada,

no modificó su elección. Por otro lado, un 12% de los participantes manifestó encontrar alguna dificultad en la realización de la actividad.

En términos generales, los resultados son satisfactorios pues la imagen más adecuada (B) pasó de ser la opción minoritaria (31%), a convertirse en mayoritaria tras la realización de la actividad (76%).

En la Figura 5 se muestra el resultado del análisis de contenido de las valoraciones de los participantes acerca de la metodología didáctica seguida en la actividad, recogiendo las categorías emergentes no excluyentes que se han generado, en orden decreciente según su frecuencia de aparición entre los participantes.

De las 28 categorías emergentes generadas relacionadas con la metodología seguida, solo a una de ellas pueden atribuirse connotaciones negativas: la referente al requerimiento de tiempo que supone. Aunque las opiniones al respecto no implican un rechazo a dicha metodología, más bien al contrario, llaman la atención de la necesidad de dedicar más tiempo a la preparación y la realización de actividades. Como ejemplo, transcribimos el discurso de uno de los participantes, que afirma: “Yo sí lo aplicaría en mis clases aunque pienso que antes de hacer este tipo de actividades se ha de preparar con tiempo para tener todos los materiales y demás, por ello al ser un trabajo mayor pienso que muchos docentes no lo aplican en el aula”.

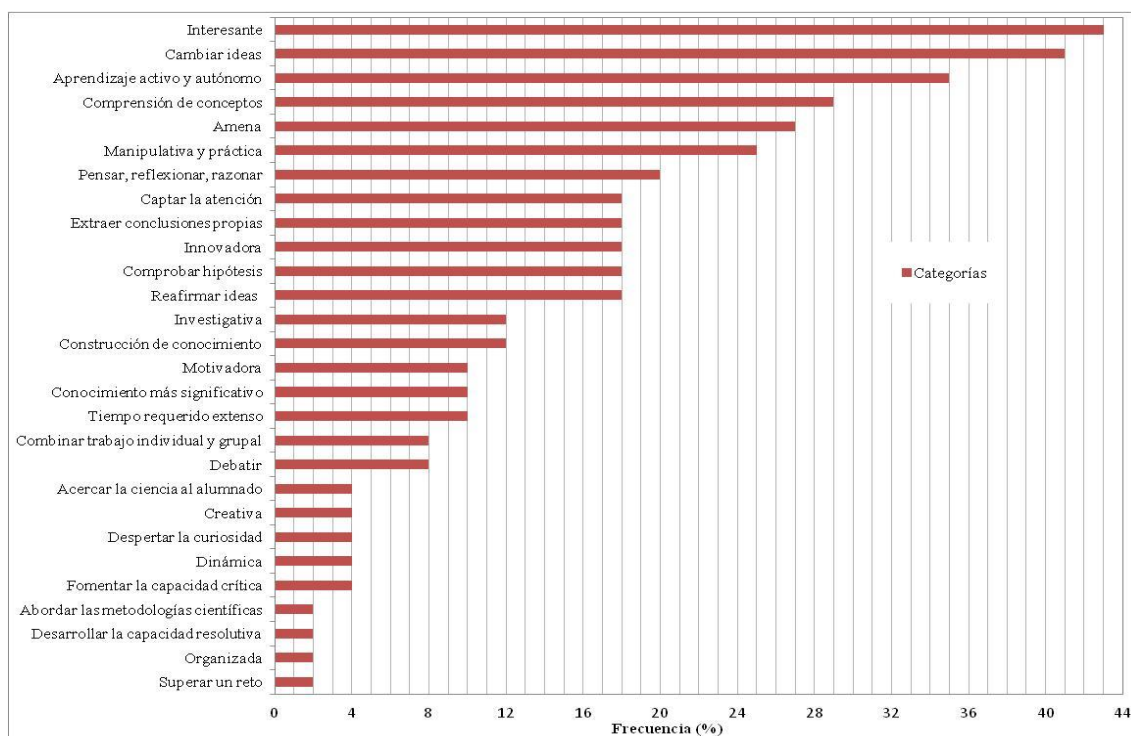


Figura 5. Listado de categorías (no excluyentes) resultado del análisis cualitativo de las valoraciones de los maestros de E.P en formación acerca de la metodología didáctica seguida.

En general, los participantes encontraron muy positiva la metodología empleada en la actividad realizada, tanto para su propia formación como para la de su futuro alumnado de E.P. Solo dos participantes afirmaron que no emplearían dicha metodología en las aulas de E.P. y otros dos puntualizaron que la utilizarían únicamente en tercer ciclo, si bien todos ellos la consideraron adecuada para su formación como maestros.

CONCLUSIONES

Se ha realizado una experiencia piloto de una propuesta didáctica basada en uso de pruebas, para el estudio de la localización del magma en el interior terrestre, dirigida al profesorado de E.P. en formación inicial. Los resultados del pilotaje muestran una buena evolución en lo que respecta a las ideas acerca de la localización del magma en el interior terrestre pues la imagen que representa el magma más adecuadamente pasó de ser minoritaria en la elección inicial de los participantes (31%), a mayoritaria en la elección final de estos (76%). La metodología empleada en la actividad fue valorada positivamente por los participantes, quienes la encontraron útil tanto para su propia formación como para la de su futuro alumnado.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Grupo de Investigación HUM 613 (Junta de Andalucía).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carrillo-Rosúa, J., Vílchez González, J.M. y González García, F. (2010). Ideas previas en el alumnado de magisterio de educación primaria sobre el interior de la Tierra. En *II Congreso Internacional de DIDÁCTICAS. Libro de Actas*, (pp. 308_1 - 308_5).
- Carrillo-Rosúa, F.J., Vílchez-González, J.M. y Fernández-Oliveras, A. (2014). El interior terrestre y el origen del magma visto por profesorado en formación de Educación Primaria y Secundaria: punto de partida para una propuesta basada en el uso de pruebas. En de las Heras Pérez et al., (Coord.), *26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 858-865). Huelva: APICE, Uni. Huelva, UNIA.
- Capps, D. K., McAllister, M., y Boone, W. J. (2013). Alternative Conceptions Concerning the Earth's Interior Exhibited by Honduran Students. *Journal of Geoscience Education*, 61(2), 231-239.
- Dahl, J., Anderson, S.W. y Libarkin, J. (2005). Digging into Earth science: alternative conceptions held by K-12 teachers. *Journal of Science Education*, 12, 65-68.
- Duit, R. y Treagust, D. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25, 671-688.
- Francek, M. (2013). A compilation and review of over 500 geoscience misconceptions. *International Journal of Science Education*, 35(1), 31-64.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2011). Argumentación y uso de pruebas: construcción, evaluación y comunicación de explicaciones en biología y geología. En P. Cañal (Ed.). *Didáctica de la Biología y la Geología* (pp. 129-150). Barcelona: Graó
- OCDE (2013). *PISA 2015. Draft science framework*.
- Ramon-Sala, L., da Souza, E. R., y Brusi, D. (2014). Descubriendo los secretos de la Tierra. Geomagnetismo: experimentos y demostraciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 22(2), 147.
- Sanmartí, N. y Marchán, I. (2015). La educación científica del siglo XXI: retos y propuestas. *Investigación y ciencia*, (469), 30-38.
- Smith, G. A., y Bermea, S. B. (2012). Using students' sketches to recognize alternative conceptions about plate tectonics persisting from prior instruction. *Journal of Geoscience Education*, 60(4), 350-359.

Propuestas didácticas de los futuros profesores de ciencias sobre la ciencia de la sostenibilidad

García, A.,¹ Castro, M. D.,² Domínguez, C.,³ García, I., Tomé, E.³

¹ Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Formación de Profesorado y Educación. Universidad Autónoma de Madrid. 28049-Madrid y Departamento de Biología y Geología. IES El Olivo, 28982-Parla (Madrid). agarciruz@hotmail.com

² Departamento de Física y Química. IES José Luis López Aranguren. Colombia, 30. 28945-Fuenlabrada (Madrid). mdcastroguio@hotmail.com

³ Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Formación de Profesorado y Educación. Universidad Autónoma de Madrid. 28049-Madrid.

carmen.dominguez@uam.es , isabel.garciag01@predoc.uam.es, ester.tfdez@gmail.com

RESUMEN

En este trabajo analizamos las propuestas didácticas que han realizado los alumnos del Master de Formación de Profesorado de Ciencias, para la implementación de las actividades sobre la Ciencia de la Sostenibilidad y también comentamos los aspectos más interesantes de su aplicación en el periodo de prácticas en el centro de secundaria.

Palabras clave

Ciencia de la sostenibilidad, educación para la sostenibilidad, didáctica, formación de profesorado.

INTRODUCCIÓN

La Década de la educación para la sostenibilidad (2005-2014), refleja la necesidad de incorporar temas relacionados con la sostenibilidad en la educación y sobre todo en la formación del profesorado (Vilches y Gil, 2013).

Dese hace tiempo se viene reclamando un impulso en todos los niveles educativos, tanto en la formación formal, como en la no formal, de una educación basada en la solidaridad, que contribuya a orientar el comportamiento de la ciudadanía en función de intereses particulares a corto plazo, que favorezca una correcta percepción de los graves problemas a los que se enfrenta la humanidad, genere actitudes y comportamientos responsables y forme para la toma de decisiones dirigidas al logro de un futuro sostenible (Vilches y Gil, 2003 y 2012; Duarte, 2006).

Se considera un necesario un esfuerzo constante para incorporar la educación para la sostenibilidad como una preferencia importante en la alfabetización básica de todas las personas, es decir, como un objetivo clave en la formación en la formación de los futuros ciudadanos y por ello se convierte en una competencia imprescindible en la formación de los docentes.

La necesidad de incorporar la sostenibilidad en la educación universitaria y en particular en la formación del profesorado, queda reflejada de forma especial en la Conferencia Mundial de la UNESCO para la Educación para el Desarrollo Sostenible (Solís y Valderrama, 2015).

En nuestro país, estas recomendaciones se concretan en el documento de Directrices para la sostenibilidad curricular (CRUE, aprobado en 2005 y actualizado en 2012).

La Orden ECI/3858/2007 que regula los requisitos para los títulos oficiales que habilitan para el ejercicio del profesorado de Educación Secundaria, incorpora la educación para la sostenibilidad como una de las competencias básicas que se deben adquirir.

La gravedad de la situación actual del planeta requiere acciones educativas necesarias desde todos los ámbitos, que modifiquen nuestras concepciones, hábitos, participación social y políticas medioambientales, para avanzar hacia una sociedad sostenible, algo fundamental para los futuros profesores en cuyas manos recae la formación de una ciudadanía responsable (Vilches y Gil, 2013). Debemos evitar planteamientos parciales, centrados principalmente en cuestiones ambientales y resulta necesario extenderla a otros aspectos, como los desequilibrios entre los diferentes grupos humanos.

Los futuros profesores deben tener una visión global de las medidas en que pueden implicarse y por ello se debe incorporar en la formación los campos necesarios para formar a una ciudadanía responsable.

Finalmente señalar que es necesario un compromiso social y la participación de los centros educativos, para fomentar la idea de sostenibilidad entre nuestros alumnos.

LA CIENCIA DE LA SOTENIBILIDAD

La Ciencia de la Sostenibilidad nace con el objetivo de integrar las aportaciones a la sostenibilidad, de las diferentes disciplinas que están respondiendo a la llamada para que la comunidad científica contribuya a hacer frente a la situación de emergencia planetaria que estamos viviendo (Lubchenco, 1998). Esta integración es necesaria dada la estrecha vinculación de los problemas que se pretende resolver, para hacer posible el tratamiento holístico, del sistema constituido por las sociedades humanas y los sistemas naturales con lo que interaccionan y de los que forman parte (Vilches y Gil, 2014).

El tratamiento global de las interacciones entre la sociedad y los sistemas naturales, hace que la nueva ciencia sea interdisciplinar, ya que aborda retos complejos en los que intervienen problemas muy variados. También debe ser una ciencia transdisciplinar, ya que para la transición a la sostenibilidad se debe incorporar a la investigación y a la toma de decisiones a ciudadanos que no forman parte del ámbito y por último las estrategias creadas deben responder a una perspectiva amplia, tanto espacial como temporal.

Esta nueva ciencia está teniendo un gran desarrollo, con la organización de congresos internacionales, con su incorporación en numerosas universidades y con la publicación de numerosos artículos (Kajikawa et al., 2007; Bettencurt y Kaur, 2011).

Aunque presenta un gran desarrollo, parece ser que sigue siendo ignorada, en general, fuera del círculo de quienes contribuyen a su desarrollo como nueva disciplina, lo que limita su objetivo básico de contribuir a la transición a la sostenibilidad.

La ciencia de la sostenibilidad ha de constituir una nueva orientación que ha de impregnar a las diferentes disciplinas, como químicos, biólogos, ingenieros, educadores, etc., no puede hacerse en compartimentos estancos, sino que debe tener presente el conjunto de las repercusiones socioambientales y ello obliga a estudiar las aportaciones de las otras disciplinas, así como el punto de vista de los ciudadanos.

La ciencia de la sostenibilidad ha de consistir en que las exigencias de interdisciplinariedad, transdisciplinariedad y planteamientos locales y globales, impregne

el trabajo de los profesionales de cualquier área, la enseñanza de las distintas materias, la educación ciudadana y el desarrollo social.

Como características generales, pensamos que la nueva ciencia debe entender el carácter fundamental de las interacciones entre la naturaleza y la sociedad, abarcar la interacción de los procesos globales con las características ecológicas y sociales del entorno y combinar formas de aprender y conocer, que permitirán que los diferentes representantes sociales trabajen de una forma coordinada.

Papel de la sostenibilidad y de la ciencia de la sostenibilidad en la formación de profesorado

Algunos autores como Novo (2006), Minget y Solís (2009), plantean la necesidad de un esfuerzo para incorporar la educación para la sostenibilidad como eje prioritario en la alfabetización básica de las personas, por lo que resulta imprescindible que los docentes de todos los niveles formen en estas competencias.

En la formación universitaria de los futuros docentes, son muchos los estudiantes que reconocen la necesidad de tener conocimientos en sostenibilidad y herramientas para poder impartirlos de forma adecuada y contribuir a una educación que favorezca el cambio de actitudes y comportamientos frente a la situación ambiental insostenible actual (Cebrián y Junyent, 2015).

Desde hace tiempo, las diferentes disciplinas están haciendo contribuciones al análisis y tratamiento de los problemas socioambientales. Sin embargo se ha comprobado que estas contribuciones, aisladas entre sí, son insuficientes para contribuir de forma efectiva a la transición a la sostenibilidad, debido a que los problemas están estrechamente relacionados y se potencian mutuamente, por lo que no pueden ser resueltos aisladamente.

Por todo ello, es necesaria una nueva área de conocimiento, que aborde la problemática en su conjunto que integre campos tan alejados como por ejemplo la economía de la biodiversidad, pero que ambas disciplinas tienen en común el referirse a las acciones humanas que afectan al medio ambiente.

Resulta evidente, la necesidad de abordar globalmente, el sistema constituido por las sociedades humanas y los sistemas naturales con los que interactúan, debido a la complejidad está tomando esta relación.

Por todo ello, debemos implementar nuevas estrategias de investigación y de innovación, a nivel institucional, especialmente en los países en desarrollo, y por ello creemos que la educación y la formación del profesorado ésta jugando un papel importante, resultando imprescindible animar al profesorado para que contribuya a la formación de futuras generaciones para su implicación en la solución de los problemas medioambientales.

PROPUESTAS DIDÁCTICAS

La citada experiencia la realizamos con alumnos del master de formación de profesorado de la Universidad Autónoma de Madrid, tanto en el periodo de formación, como su aplicación en las prácticas en los centros de secundaria.

Autores como (Barrón, Navarrete y Ferrer-Balas, 2010) nos indican que entre los obstáculos por los que los estudiantes continúan con esa escasa cultura de sostenibilidad, destaca la ausencia de reflexión colectiva respecto a estas problemáticas y al tratamiento de esta problemática de forma sesgada y reduccionista (García, 2004).

El objetivo final de esta propuesta es situar a los futuros docentes de educación secundaria en un modelo educativo de enfoque globalizador, para tratar la crisis ambiental desde una

perspectiva crítica, para avanzar desde la conciencia de la crisis ambiental a la acción para dar respuestas a los conflictos ambientales.

Dado que se trataba de algo novedoso para la mayoría de ellos, les sugerimos algunas preguntas que se hace la ciencia de la sostenibilidad, en su investigación sobre el carácter de las interacciones entre la naturaleza y la sociedad.

Entre las citadas preguntas podemos señalar: ¿Cómo se pueden incorporar mejor las interacciones entre la naturaleza y la sociedad a modelos y conceptualizaciones que integran el sistema Tierra, el desarrollo humano y la sostenibilidad? ¿Cómo están las tendencias entre el ambiente y el desarrollo para fomentar la sostenibilidad? ¿Qué sistemas de estructuras pueden mejorar la capacidad social para guiar las interacciones entre la naturaleza y la sociedad hacia trayectorias más sostenibles?.

Seguidamente detallaremos algunas de las propuestas realizadas por los alumnos, debemos señalar que la mayoría se han elaborado para cuarto de ESO.

Actividad 1.- Agua: Fuente de la vida

En África la escasez de agua potable es la responsable directa de graves problemas de salud y de la elevada mortalidad infantil.

En Malí, Intervida actúa de tres formas ante este problema. En primer lugar, proporciona la infraestructura necesaria para hacer llegar agua potable al mayor número de escuelas y centros de salud posibles. También trabaja en la prevención, inculcando prácticas saludables en los/as niños/as a través de programas y campañas educativas. Por último, proporciona la atención médica y los medicamentos necesarios para tratar a niños enfermos.

A continuación, se proponen tres vídeos que el alumnado tendrá que visionar (Competencia Tratamiento de la Información y Digital):

<https://www.youtube.com/watch?v=cMHnNbWhxoc>

<https://www.youtube.com/watch?v=A4NwYsdkBRI>

<https://www.youtube.com/watch?v=eBVAkZb0O44>

Posteriormente, la clase se dividirá en cinco grupos cooperativos (fomentado el principio de socialización → Competencia Social y Ciudadana), cada uno de los cuales desarrollará la problemática de cada uno de los cinco temas relacionados con los tres vídeos anteriores:

1. Sanidad.
2. Educación.
3. Comercio y transporte: mercados, ganadería, barcas, etc.
4. Urbanismo, infraestructuras y ordenación del territorio.
5. Agua: río, acuíferos, fuentes, venta de agua, depuradoras, etc.

Para esta actividad, se propondrá una técnica que potencia el descubrimiento: estudio de casos. Esta técnica emplea la descripción de una situación real, que se plantea como un problema sobre el que el alumnado debe consensuar alternativas de solución. Para ello, se utilizarán estos tres vídeos como contenidos prácticos relacionados con la realidad, favoreciendo extraordinariamente la transferencia del aprendizaje. Por tanto, se pretende que cada grupo exponga la problemática desde el punto de vista que le corresponde,

analice los distintos factores que intervienen en dicho problema y plantee distintas alternativas de solución y medidas preventivas.

Actividad 2.- Reservas de la biosfera: ejemplo de sostenibilidad

Para esta actividad, se visionarán en clase fragmentos del vídeo ‘Espacios naturales - Reservas de la Biosfera: Ejemplo de Sostenibilidad’.

<http://www.rtve.es/alacarta/videos/espacios-naturales/espacios-naturales-reserva-biosfera-mundo/870089/>

Con este vídeo, se pretende introducir al alumnado en un viaje por seis reservas de la Biosfera de todo el mundo para que observen la diversidad de ecosistemas, etnias, culturas y biodiversidad que conforma la red de "Reservas de la Biosfera" de la UNESCO (Competencia en el Conocimiento e Interacción con el Medio Físico). En estos hermosos espacios naturales, la actividad humana no destruye los recursos naturales disponibles.

Después del visionado de fragmentos de este vídeo, se procurará que el alumnado explique oralmente (Competencia en Comunicación Lingüística) las similitudes y diferencias en temas relacionados con la mujer, las aguas sostenibles, la caza ilegal, el ecoturismo, la educación ambiental o la artesanía en Reservas de los cinco continentes (Competencia Autonomía e Iniciativa Personal).

Actividad 3.- Reciclaje

Ecoembes lanza un nuevo espacio de reciclaje dirigido a todos los ciudadanos con el fin de que descubran no sólo la importancia de reciclar, sino de aprender a hacerlo bien.

<http://www.ecoembes.com/es/ciudadanos/educacion-ambiental>

Con este enlace, se pretende fomentar en el alumnado una educación ambiental adecuada puesto que dicho enlace aborda de una manera dinámica y cercana las dudas cotidianas sobre separación de envases, y ofrece las claves de un reciclaje responsable y necesario que permita mantener el compromiso social por un planeta más limpio (Competencia en el Conocimiento e Interacción con el Medio Físico, Tratamiento de la Información y Digital, Cultural y Artística, Autonomía e Iniciativa Personal y Social y Ciudadana).

Actividad 4.- Contaminación

<http://www.elmundo.es/elmundosalud/2011/09/26/noticias/1317036029.html>

Con esta actividad, se pretende que el alumnado individualmente analice un mapa de contaminación mundial (Competencia en Conocimiento e Interacción con el Medio Físico). En grupos cooperativos (Competencia Social y Ciudadana), expondrán los distintos factores contaminantes que provocan esta problemática y propondrán distintas medidas de gestión de dicha contaminación mundial (Competencia en Comunicación Lingüística).

Por tanto, con dicha actividad se pretende que el alumnado sea capaz de adquirir conocimientos necesarios para proponer estrategias y medidas ligadas a una gestión ambiental de los ecosistemas en un marco de sostenibilidad socio-ecológica.

Actividad 5.- Cambio climático

Debido a que el problema del Cambio Climático conlleva errores conceptuales, con la siguiente actividad se plantean diez cuestiones clave para trabajar en clase sobre el Cambio Climático con el fin de erradicar dichas concepciones alternativas o ideas previas erróneas. Con esta dinámica, se persigue una profundización activa en los problemas

derivados del Cambio Climático (Competencia en Conocimiento e Interacción con el Medio Físico).

Las cuestiones se repartirán a los/as alumnos/as en grupos cooperativos de tres (Competencia Social y Ciudadana), con la idea de que trabajen dos o tres preguntas por grupo. A partir del material que se les facilite (textos, noticias periodísticas o directamente el acceso a páginas de internet), los grupos tendrán que contestar a las siguientes preguntas y exponer las respuestas en clase (Competencia en Comunicación Lingüística).

- 1.- ¿El agujero de la capa de ozono es la causa del cambio climático?
- 2.- ¿Pero existe realmente el cambio climático?
- 3.- ¿Podemos frenar el cambio climático?
- 4.- ¿Frenar el cambio climático supondría empeorar nuestra calidad de vida?
- 5.- ¿El Cambio Climático es algo que sólo afectará en el futuro?
- 6.- ¿La energía nuclear es la solución al cambio climático?
- 7.- ¿El efecto invernadero es un problema ambiental?
- 8.- ¿El Cambio Climático supone un aumento muy pequeño de la temperatura?
- 9.- ¿Es el Protocolo de Kioto la solución al cambio climático?
- 10.- ¿El Gobierno Central es el único responsable político que realmente puede evitar el cambio climático?

Actividad 6.- Ecosearch

Con esta actividad, se pretende que el alumnado se familiarice con este buscador ecológico (Competencia en Tratamiento de la Información y Digital).

<http://www.ecosearch.es/2009/01/ecosearch-es-un-buscador-ecologico-que.html>

También se procura que el alumnado lo utilice porque dicho buscador ayuda a luchar contra el cambio climático utilizando la energía de una forma eficiente. Ecosearch ahorra energía ya que los colores que presenta, tanto en la página principal como en los resultados de búsqueda, son oscuros. El uso de tonos oscuros reduce el consumo de energía de los monitores, emitiéndose menos cantidades de dióxido de carbono a la atmósfera. Por tanto, Ecosearch es una medida práctica que, a través de pequeñas acciones, contribuyen al ahorro energético.

Actividad 7.- Uso de la energía nuclear

En primer lugar, el alumnado tendrá que buscar información utilizando diversos medios y recursos (Tratamiento de la Información y Competencia Digital) y elaborar informes científicos adecuados (Competencia en Comunicación Lingüística) sobre los impactos ambientales asociados al uso y generación de la energía nuclear.

Para ello, el alumnado tendrá que comparar los impactos ambientales asociados y vinculados a las centrales térmicas no nucleares (emisiones, alteración del paisaje, peligros derivados del transporte del combustible), a las centrales nucleares (fugas, accidentes nucleares y residuos), centrales hidroeléctricas (efectos e impactos sobre la fauna y flora, alteración de ecosistemas), centrales solares (liberación de contaminantes atmosféricos, alteración de ecosistemas y erosión) y centrales eólicas (contaminación acústica y visual y efectos e impactos sobre determinada fauna).

Seguidamente, el alumnado tendrá que elaborar un informe y exponer las ventajas de la energía nuclear (no requiere mucho espacio, no contamina, es la forma más concentrada de energía, necesidad de menos combustible para su funcionamiento y la producción de energía nuclear es ecológica) y las desventajas (emisión de radiaciones, explosión nuclear, depende del uranio cuya concentración es escasa, los accidentes en reactores son muy peligrosos y efectos nocivos sobre las personas).

Actividad 8.- Calculadora del CO₂

<http://www.alimentoskilometricos.org/>

Con este enlace, el alumnado calculará las emisiones de CO₂ de los alimentos que consume (Competencia Matemática y Tratamiento de la Información y Digital) introduciendo el peso (en kilogramos) de los alimentos consumidos. Además, si quiere conocer el impacto anual de estos últimos, también podrá señalando si su compra de alimentos es semanal o anual; de tal forma que sea consciente del impacto ambiental que provocan (Competencia en Conocimiento e Interacción con el Medio Físico).

Asimismo, se pretende que el alumnado una vez haya realizado el cálculo, reflexione sobre la insostenibilidad del acelerado incremento de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono y que consuma alimentos que no emitan grandes cantidades de este último, de tal forma que contribuyan a frenar el cambio climático (Competencia en Autonomía e Iniciativa Personal).

También el alumnado podrá calcular de forma individual la huella de carbono en el portal: <http://twenergy.com/calculadora-huella-carbono-co2/crear>. Esta huella representa el total de los gases de efecto invernadero que cada individuo produce diariamente de manera directa o indirecta en forma de medidas de CO₂. La calculadora estima la huella derivada del consumo eléctrico del hogar.

Actividad 9.- Fertilizantes orgánicos vs fertilizantes inorgánicos

Esta actividad tiene como objetivo comprobar las diferencias en el crecimiento y productividad vegetal entre plantas tratadas con vermicompost y con fertilizantes inorgánicos.

Para ello, en dos parcelas del patio independientes, o en dos cajones, dependiendo de las posibilidades del centro, se plantará, sobre el mismo tipo de sustrato, el mismo número de semillas de diferentes especies vegetales (tomate, calabacín, plantas aromáticas...), y se mantendrán en las mismas condiciones de luz, temperatura y humedad. Sin embargo, cada una de las parcelas recibirá un tratamiento diferente. Así, en una de ellas se realizará una agricultura ecológica, usando vermicompost como fertilizante orgánico; mientras que en la otra parcela se aplicará un fertilizante inorgánico.

Semanalmente, se comprobará el efecto de los diferentes tratamientos sobre el crecimiento y productividad vegetal, analizando variables tales como el número de semillas germinadas; la altura del tallo, desde el cuello de la planta (nivel del suelo) hasta el ápice de la planta a mayor altura; y el número y peso de los frutos producidos. Posteriormente se realizará un análisis e interpretación de los resultados obtenidos, extrayendo conclusiones sobre la efectividad de los diferentes fertilizantes aplicados.

Actividad 10.- Biodiversidad

La biodiversidad se define como: “Es la variedad de la vida y de sus procesos. Incluyendo la variedad de organismos vivos, las diferencias genéticas entre estos, las comunidades y

ecosistemas donde ocurren, y los procesos ecológicos y evolutivos que los mantienen en funcionamiento, mediante cambios y adaptaciones continuas.”

A continuación les introduciremos los niveles de biodiversidad que se pueden describir. El nivel específico es aquel que contempla la gran variedad de especies existentes en la Tierra y que conforman en sí misma la biodiversidad más visible. Es importante saber que a día de hoy se piensa que aún nos quedan millones de especies por conocer y describir, especialmente dentro de la microbiología. Otro de los niveles es el genético, el cual engloba las peculiaridades que presenta cada organismo a nivel de material genético y que lo convierte en un organismo único e irreplicable. Siendo consecuencia de la gran diversidad que ofrece el código genético en su organización y replicación. El último nivel corresponde al ecológico, centrándose en las diferentes relaciones que se han producido entre los diferentes organismos que han ido existiendo a lo largo de la historia de la Tierra y de la vida. No hay que olvidar que cualquier organismo vivo se va a relacionar con el medio abiótico (biotopo) y con otros organismos vivos (biocenosis), por tanto las posibles interrelaciones que se pueden dar son infinitas. Siendo cada una de ellas peculiar y propia de ese contexto.

La pérdida o destrucción de cualquiera de estos niveles de biodiversidad supondrá eliminar una existencia peculiar de la Tierra, con las consecuencias que eso puede conllevar para el resto del sistema y de los propios organismos que lo habitan.

CONCLUSIONES

En este trabajo hemos intentado recoger algunas de las propuestas de los futuros profesores de ciencias, que sirvan para favorecer la implementación de la ciencia de la sostenibilidad y por tanto la construcción de un futuro sostenible.

Con respecto a esta propuesta didáctica, los alumnos valoran los temas y tratamiento de contenidos relevantes y cercanos a su realidad.

Al igual que Vilches y Pérez (2013) pretendemos impulsar la atención a la educación para la sostenibilidad en la formación del profesorado, para contribuir a la formación de una ciudadanía responsable y preparada para la toma de decisiones con respecto a los problemas y desafíos a los que se enfrenta la humanidad.

La actividad ha resultado totalmente positiva, tanto por el interés que han mostrado los futuros profesores, como por su implementación en el aula de secundaria, aunque no disponemos de datos cuantitativos, su aplicación cualitativa fue muy interesante.

BIBLIOGRAFIA

Barrón, A., Navarrete A., y Ferrer-Balas, D. (2010). Sostenibilización curricular en las universidades españolas. ¿Ha llegado la hora de actuar? *Revista Eureka Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(Número Extraordinario dedicado a la Educación para la Sostenibilidad), pp. 297-315.

Bettencourt, L. & Kaur, J. (2011). Evolution and structure of sustainability science, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 6 December 2011, 19540-19545.

CADEP (2012). Comisión sectorial de la CRUE, Orientaciones para la introducción de la sostenibilidad en el currículo. *Acta plenario 18a Jornadas, 9 marzo*, Valencia.

Cebrián, G., & Junyent, M. (2015) Competencies in Education for Sustainable Development: Exploring the Student Teachers' Views. *Sustainability*, 7, pp. 2768-2786; doi:10.3390/su7032768

- CRUE (2012). Directrices para la introducción de la sostenibilidad en el curriculum. Asamblea general 28 de junio. Universitat de Girona. <http://www.crue.org/Sostenibilidad/CADEP/Documents/DIRECTRICES%20SOSTENIBILIDAD%20CRUE%202012.pdf>
- Duarte, C. (Coordinador) (2006). Cambio Global. *Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. Madrid: CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas).
- ECI/Earth Charter Initiative (2000). *La Carta de la Tierra* (Costa Rica: Iniciativa Carta de la Tierra). Recuperado el 15 de enero de 2015, de <http://earthcharterinaction.org>
- García, J. E. (2004). *Educación Ambiental, constructivismo y Complejidad*. Serie fundamentos nº 20. Colección Investigación y Enseñanza. Sevilla: Díada Editores.
- Kajikawa, Y., Ohno, J., Takeda, Y., Matsushima, K. y Komiyama, H. (2007). Creating an academic landscape of sustainability science: an analysis of the citation network. *Sustainability Science* 2, 221-231.
- Lubchenco, J. (1998). Entering the Century of the Environment: A New Social Contract for Science. *Science*, 279, 491-497.
- Minget, P.A., Solís, A.U. (2009). La formación de competencias básicas para el desarrollo sostenible: el papel de la Universidad. *Revista de Educación*, 219-237.
- Novo, M. (2006). *El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa*. Madrid: UNESCO-Pearson.
- Solís-Espallargas, C., & Valderrama-Hernández, R. (2015). La educación para la sostenibilidad en la formación de profesorado. ¿Qué estamos haciendo? *Foro de Educación*, 13(19), 165-192. doi: <http://dx.doi.org/10.14516/fde.2015.013.019.008>
- UNESCO (2009). Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible 2005-2014: *Análisis de los contextos y estructuras de la Educación para el Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 8 de mayo de 2016, de <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001877/187757s.pdf>
- Vilches, A. y Gil-Pérez, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.
- Vilches, A. y Gil Pérez, D. (2012). La educación para la sostenibilidad en la universidad: el reto de la formación del profesorado, *Profesorado*, 16 (2), 25-43.
- Vilches, A. y Gil Pérez, D. (2013). La ciencia de la sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias. *Eureka*, 10, 794-762.
- Vilches, A. y Gil Pérez, D. (2014). Ciencia de la sostenibilidad. *Eureka*, 11(3), 436-438.

Persistencia de concepciones alternativas sobre Electricidad en Maestros en Formación

González-Gómez, D., Airado, D., Jeong, J. S.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas.
Universidad de Extremadura. dggomez@unex.es*

RESUMEN

Conocer la presencia de las ideas alternativas que poseen los estudiantes, en relación con los contenidos científicos, ha demostrado ser de gran utilidad para el aprendizaje de la ciencia. La actuación docente, debe propiciar la transformación de estas ideas hacia concepciones científicas o modelos más próximos a los establecidos por la ciencia. Así, en este trabajo se estudia la evolución de las ideas alternativas que poseen maestros en formación de cuarto curso de Educación Primaria sobre los conceptos relacionados con la electricidad. El estudio se ha desarrollado en un grupo de 124 alumnos de la asignatura “Conocimiento del medio natural”, de cuarto curso del grado en Educación Primaria, observándose la persistencia de modelos propios de niveles educativos inferiores. Tras un periodo formativo, se constata un efecto positivo, en cuanto a la evolución de las ideas de los estudiantes, aunque se refuerza la idea del gran arraigo que presentan algunas creencias.

Palabras clave

Ideas alternativas; Cambio Conceptual; Instrucción; Grado Educación Primaria

1. INTRODUCCIÓN

El concepto de electricidad continúa siendo considerado difícil y poco atractivo por parte de los estudiantes (Guisasola, Zubimendi, Almundí y Ceberio, 2008). Esta dificultad no sólo se observa en niveles educativos pre-universitarios, sino que además se extiende a niveles educativos superiores (Baser, 2006; Rivera-Juárez, Madrigal-Melchor y Enciso-Muñoz, 2011), donde muchos estudiantes admiten que nunca han alcanzado una competencia clara en este concepto, cosa que no suele suceder con otros ámbitos de la física (Shipstone, 1985). De forma genérica se ha descrito que los estudiantes muestran serias dificultades a la hora de entender el comportamiento de la materia ante las interacciones eléctricas, sobre la propia naturaleza de la carga eléctrica o de los materiales conductores/no conductores (Park, Kim, Kim y Lee, 2001; Furió, Guisasola y Almundí, 2004). Estas dificultades se deben, en gran medida, a que es necesario razonar sobre nociones altamente abstractas, lo que dificulta la comprensión de la terminología propia de la temática. Al igual que ocurre con otros conceptos científicos, para lograr dar una explicación a estos fenómenos los estudiantes generan modelos conceptuales, en ocasiones alejados de los modelos científicos, con los que tratan de darles explicación (Shipstone, 1985). Estos modelos, una vez creados, resultan resistentes al cambio mediante la enseñanza. Así, este trabajo trata de evaluar los modelos que estudiantes de maestros en formación tienen sobre la electricidad y cómo evolucionan tras un proceso de enseñanza diseñado para tal fin.

2. MARCO TEÓRICO

En su afán de dar una explicación a los fenómenos que se observan de forma cotidiana, los estudiantes elaboran modelos conceptuales a partir de experiencias cotidianas. Estos modelos, también denominados ideas previas, concepciones alternativas o creencias, no tienen por qué ser congruentes con los que establece el campo científico, y su origen puede encontrarse en la dificultad que poseen los estudiantes en el aprendizaje de la ciencia (Talanquer, 2005; Cañada Cañada, Niño y Torres, 2013).

El estudio de las ideas alternativas se engloba en un sistema de intervención constructivista, en el que el aprendizaje de nuevos conocimientos se produce a partir de los conocimientos previos. Pueden establecerse cuatro modelos generales: el conflicto cognitivo, dialogo socrático, analogías puente (*bridging analogies*) y cambio conceptual (Planinic, Krsnik, Pecina y Susac, 2005). Centrándonos en el cambio conceptual, podría definirse como la transformación de las concepciones previas o ideas alternativas hacia concepciones científicas o, al menos, hacia conceptos más cercanos a ellas (Driver, 1998). El cambio conceptual permite al docente identificar y construir en los estudiantes “intuiciones” científicamente correctas (Grayson, 2004), a la vez que permite a los estudiantes diferenciar diferentes conceptos en torno a una determinada temática científica. En el modelo de cambio conceptual se pueden distinguir las siguientes fases: una primera fase de orientación, una segunda fase de explicitación, una tercera fase de reestructuración y una última fase de revisión del cambio de ideas (Driver, 1988).

3. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo consiste en indagar sobre las concepciones alternativas que poseen un grupo de maestros en formación del Grado de Maestro de Educación Primaria, en relación a la electricidad, materiales conductores y circuitos simples. Además, se va a estudiar la evolución de estas concepciones alternativas detectadas tras la realización de un periodo formativo, consistente en una intervención teórica y un conjunto de actividades experimentales.

4. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

Para la realización de este estudio se ha contado con una muestra formada por 124 alumnos de cuarto curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Extremadura (España). La metodología seguida se ha desarrollado en varias fases. En un primer lugar se ha estudiado la posible presencia de concepciones alternativas en sus estructuras cognitivas, empleando un cuestionario como instrumento de recogida de información. Para el diseño del cuestionario se tuvo en cuenta los trabajos previos (Rivera-Juárez, Madrigal-Melchor, Encino-Muñoz y López-Chávez, 2011; Martín del Pozo et al., 2013). El cuestionario consta de un grupo de cuestiones abiertas y cerradas relativas a la idea que tienen los estudiantes sobre la electricidad. Concretamente, en la primera y segunda pregunta se busca conocer cómo conciben los estudiantes la electricidad. Ambas cuestiones tienen un carácter abierto y espacio limitado, y en ellas se pide a los estudiantes que definan qué es la electricidad empleando tres palabras claves y cómo explicarían qué es la electricidad. Las dos siguientes cuestiones tienen carácter cerrado, y en ellas se pretende averiguar qué idea tienen los estudiantes sobre la naturaleza de la corriente eléctrica (tercera pregunta) y las ideas que poseen sobre circuitos eléctricos y materiales conductores (cuarta pregunta). En estas dos últimas cuestiones, el estudiante debe establecer si la respuesta ha sido dada al azar, de forma insegura, segura o totalmente segura. De forma concreta, la tercera está formulada en forma de pregunta con respuestas múltiples, donde sólo una respuesta es correcta. Los estudiantes son preguntados acerca

de la corriente eléctrica, y se les proporciona las siguientes opciones: la corriente eléctrica es un fluido que se mueve por un cable hueco (a), electrones que chocan con los átomos del cable, y todos juntos (electrones y átomos) se mueven al mismo tiempo (b), electrones que se mueven a gran velocidad desde la pila a la bombilla (c) o un fluido eléctrico que se mueve ocupando parte del cable desde la pila hasta la bombilla (d). En relación a la cuarta pregunta se les presentan seis esquemas de circuitos eléctricos, cuatro de ellos son circuitos simples en los que aparecen elementos conductores, aislantes y semiconductores. Los otros dos esquemas representan un circuito en serie y otro en paralelo, en cada uno de ellos se presenta una bombilla fundida. En todos los casos, los alumnos deben seleccionar aquellos circuitos en los que la bombilla se encenderá al accionar el interruptor.

En una segunda fase, se ha llevado a cabo una intervención didáctica. Para el diseño de esta intervención se han considerado las respuestas aportadas por los estudiantes en la etapa anterior, fomentando, de este modo, un cambio conceptual en las posibles concepciones alternativas encontradas en el alumnado. Concretamente, la intervención diseñada se llevó a cabo en dos sesiones. En una primera sesión se revisaron todos los conceptos teóricos relativos al tema de “electricidad”, siguiendo lo establecido en el plan docente de la asignatura. Esta sesión tuvo una hora de duración, y se empleó diferente material multimedia. Los estudiantes tuvieron acceso a este material de forma previa a través del campus virtual de la asignatura. En una segunda sesión, se realizaron diferentes trabajos experimentales relacionados con la naturaleza de la electricidad, el análisis de materiales según su conductividad y la construcción de circuitos sencillos. También se incluyeron actividades de medidas de intensidad y diferencia de potencial para los diferentes tipos de circuitos. Esta segunda sesión también tuvo una hora de duración, y se llevó a cabo transcurrida una semana desde la primera intervención. Para asegurar una mayor participación de todos los estudiantes, se realizaron tres grupos de seminarios y se trabajó por parejas. Una vez concluida la intervención los alumnos completaron nuevamente el mismo cuestionario, con objeto de determinar si la intervención didáctica había promovido un cambio conceptual en las concepciones alternativas, incorporando en sus estructuras cognitivas, modelos mentales más próximos al conocimiento científico.

5. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la etapa inicial, pre-test, muestran la existencia de ciertas concepciones alternativas en relación a la electricidad. A pesar de que todos los participantes habían tratado en etapas educativas anteriores el concepto de electricidad, no utilizan el vocabulario adecuado al referirse a la electricidad. Un porcentaje elevado (30.2 %) no emplean términos científicos, sino que relacionan la electricidad con palabras como cables, enchufes o bombillas. Los términos científicos empleados (19.4%) se refieren a conceptos genéricos asociados con medidas físicas (Vatio, Voltio, Amperio), aunque la mayoría de ellos desconocía el significado de estos términos. También un porcentaje importante (14.0 %) hace una relación directa entre electricidad y luz. Cerca del 26% de los estudiantes establecen una relación entre electricidad y corriente eléctrica, y un 6% son capaces de asociar electricidad con el concepto energía.

Tras la intervención, se observa que los estudiantes hacen un mayor empleo de terminología científica. Próximo al 30% de las palabras aportadas por los estudiantes están relacionadas con el movimiento de cargas o la corriente eléctrica. Por otro lado, se produce una disminución entre los estudiantes que definen la electricidad a través de su relación con la luz (8.8%) o que emplean los componentes de un circuito para su explicación (enchufe, clave, etc.). En la Figura 1 se representa de forma gráfica la

frecuencia con la que los estudiantes utilizan diferentes palabras para dar una definición a electricidad. Es destacable que tras la intervención el número de palabras utilizadas por los estudiantes disminuye, pasando de 60 a 32 palabras.

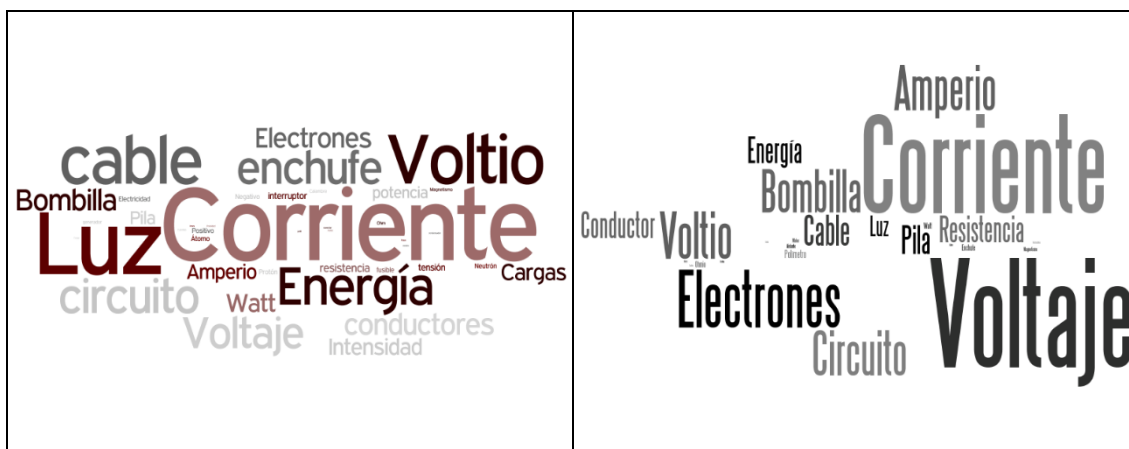


Figura 1. Frecuencia de los términos empleados por los estudiantes para definir el concepto de electricidad antes de la intervención (izquierda) y después de la intervención (derecha).

En relación a la segunda pregunta, en la que se pedía a los estudiantes que definieran el concepto de electricidad, la mayoría de ellos no ofrecen ninguna explicación científica, sino que más bien se limitan a describir sus usos (32.2%), cómo se transporta (15.3%) o bien describen la electricidad como un fenómeno, acción o fuerza (22.6%). Cerca del 17% describen la electricidad como un tipo de energía, y tan sólo un 11,2% emplean el concepto de movimiento de cargas o corriente en sus explicaciones. También es destacable, en este nivel educativo, que 6.5% asocian la electricidad al Sol, al fuego o a un invento. En cualquier caso, en los comentarios proporcionados por los alumnos no se aprecia definiciones científicas.

Tras la intervención, se produce una disminución importante del número de estudiantes que emplean los usos de la electricidad para definirla (11.8%) o que describen la electricidad como un fenómeno, acción o fuerza (9.2%). Se produce un aumento notable del número de alumnos que asocian la electricidad con la energía, de forma genérica, sin entrar a precisar claramente en que consiste esta energía. Por otro lado, el número de alumnos que relacionan el movimiento de cargas con la electricidad se incrementa ligeramente hasta un 15%. Finalmente, sigue habiendo un pequeño porcentaje que sigue asociando la electricidad al fuego, al Sol o a diferentes fuentes de energía.

En cuanto a la idea que tienen los estudiantes sobre el concepto de corriente eléctrica, los resultados muestran que la mitad de los estudiantes (51.6%) eligen la respuesta correcta (respuesta c), aunque el 71% indica que están inseguros sobre la elección. Más de un 10% de los estudiantes consideran que la corriente eléctrica es un fluido que se mueve por un cable hueco, o bien que son los átomos los que se mueven por el cable (19.4%) o por el movimiento de electrones solo por la mitad del cable (18.5 %). Tan sólo un 3.5% de los estudiantes estuvieron totalmente seguros de la respuesta proporcionada.

Tras la intervención podemos ver como el porcentaje de estudiantes que da una respuesta correcta es del mismo orden que antes de la intervención, si bien en esta ocasión el porcentaje de estudiantes que están seguros o totalmente seguros aumentan notablemente (23% antes de la intervención al 59.7% después de la intervención). Entrando en detalles, la relación entre corriente y fluido prácticamente desaparece (1.5%), aunque el número

de estudiantes que entiende la corriente como movimiento de átomos o movimiento de electrones por una sección del cable, se mantiene constante.

Finalmente, en relación a la última pregunta (Figura 2), cerca del 90 % de los estudiantes no entienden el concepto de material conductor (respuesta A), sin embargo tienen dificultad a la hora de seleccionar al grafito como semiconductor (pregunta C) o la diferencia entre agua destilada y agua con sal, con respecto a la conducción (D). En relación a los dos tipos de circuitos (preguntas E y F), se observa que los estudiantes no tienen una idea clara del flujo de corriente eléctrica en un circuito en serie y otro en paralelo. Como se observa en la Figura 2, por encima de un 30% de los estudiantes seleccionan erróneamente la opción E (circuito en serie con una de las dos bombillas fundida), y alrededor del 40% no indican que la bombilla se encendería en el circuito en paralelo.

Como puede observarse en la Figura 2, la intervención tuvo un claro efecto positivo. El porcentaje de alumnos que dan una respuesta correcta para el ítem relacionado con los materiales conductores (pregunta A) y circuitos en serie y paralelo (pregunta E y F) alcanza prácticamente a la totalidad. En relación a las cuestiones relativas a materiales semiconductores (C) y el efecto de adicionar iones al agua (D) destilada no termina de ser entendido por los estudiantes, si bien se observa una mejora en relación a las respuestas dadas antes de la intervención.

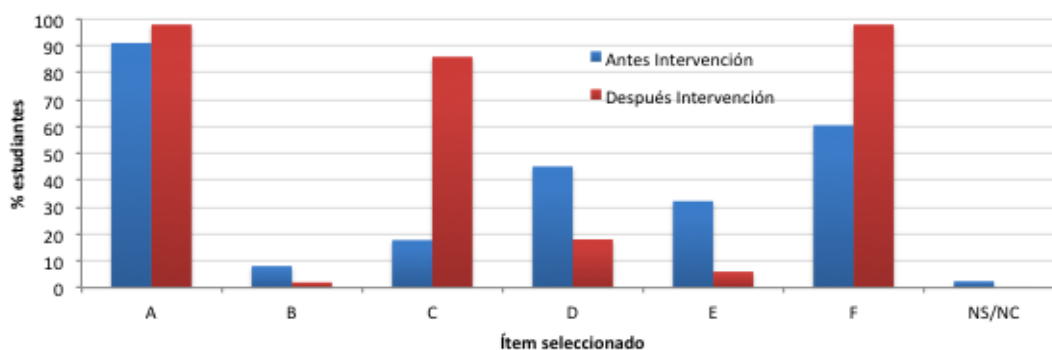


Figura 2. Evolución de las respuestas dadas por los estudiantes antes y después de la intervención en relación al concepto de materiales conductores y no conductores, y circuitos eléctricos (Respuestas correctas: A, C y F)

6. DISCUSIÓN

En relación a la primera y segunda pregunta, se observa que los estudiantes no proporcionan, de forma general, una explicación al concepto de electricidad, sino que se limitan a la descripción mediante la enumeración de sus aplicaciones o componentes eléctricos. Resultados similares se muestran en el estudio de Martín del Pozo y otros (2013), a pesar de que este último está realizado en estudiantes de etapas educativas pre-universitarias. La intervención permite centrar la idea que tiene los estudiantes, no sólo en el número de conceptos o ideas que emplean para describir a la electricidad, sino que además se emplean vocablos más propios de la etapa educativa y de un mayor sesgo científico.

Como se ha visto en los resultados obtenidos en relación a la naturaleza de la corriente eléctrica (tercera pregunta), aún se sigue observando un porcentaje de estudiantes que consideran a la electricidad como un fluido, y la lámpara un sumidero (modelo fuente-consumidor). Estas concepciones también fueron descritas tanto en alumnos de educación primaria y secundaria (Shipstone, 1985) y universitarios (Rivera-Juárez, Madrigal-

Melchor, Encino-Muñoz y López-Chávez, 2011). Profundizando en esta idea, se observa que los estudiantes aún conservan el modelo consistente en una fuente (pila) y un elemento consumidor (lámpara o motor). Estos mismos resultados fueron también descritos previamente en maestros en formación (Baser, 2006). El fuerte arraigo de esta creencia hace que la intervención no haya incrementado notablemente el porcentaje de respuestas correctas tras el estudio.

En relación a la cuarta pregunta, se evidencia que la mayoría de los estudiantes han superado los modelos unipolares de circuitos, aunque en la observación del trabajo de los estudiantes en el laboratorio se pudo constatar la existencia de un reducido número de alumnos que aún conservaba esta creencia (Shipstone, 1985; Baser, 2006). Si bien, la mayoría pudo predecir la naturaleza conductora/no conductora de materiales tipo (metal, plástico o madera), la mayor dificultad se observó en semiconductores o el comportamiento del agua destilada al adicionar iones. En cuanto a los modelos que poseen los estudiantes sobre circuitos sencillos (ítems E y F de la cuarta pregunta), se constata la dificultades que tienen a la hora de analizar esquemas eléctricos sencillos. Como se comentó en el apartado anterior, cerca del 60% de los estudiantes no pudo predecir lo que ocurriría en un circuito en paralelo, reforzando la idea de corriente eléctrica como un fluido. Resultados similares fueron descritos previamente (Engelhardt y Beichner, 2004, Baser, 2006). En esta ocasión la intervención tuvo un claro efecto en la evolución de los modelos conceptuales de los estudiantes, evidenciándose que con la propuesta práctica se consiguen resultados más significativos que propuestas teóricas, a pesar del nivel universitario del alumnado.

7. CONCLUSIONES

Con este estudio se puede concluir que los estudiantes de maestro en formación llegan a este nivel educativo sin tener una idea clara del significado de electricidad. De forma global emplean terminologías no científicas para su definición, muy centradas en la explicación de sus utilidades y usos, pero sin llegar a precisar la naturaleza física de la electricidad. En relación a las ideas que presentan los estudiantes sobre el concepto de corriente eléctrica y circuitos, se evidencia las persistencias de modelos propios de niveles educativos inferiores, aunque es destacable que existe un porcentaje considerable de alumnos que han adquirido modelos conceptuales más complejos y próximos a los modelos científicos. Finalmente, se observa que la intervención didáctica diseñada tiene un efecto positivo, en cuanto a la evolución de las ideas de los estudiantes, esta intervención se ve insuficiente en algunos aspectos, y refuerza la idea del gran arraigo que presentan algunas creencias. También se observa que el carácter experimental de la intervención permite alcanzar resultados más satisfactorios e incrementar el grado de confianza que muestran los alumnos en torno al concepto trabajado.

8. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ministerio de Economía y Competitividad, la Junta de Extremadura y al Fondo Social Europeo por la financiación aportada para el desarrollo de esta investigación (Proyecto EDU2012-34140 y Proyecto de ayuda de grupos de la Junta de Extremadura GR15009).

9. REFERENCIAS

Baser, M. (2006). Effects of conceptual change and traditional confirmatory simulations on pres-service teachers' understanding of direct current circuits. *Journal of Science Education and Technology*, 15(3), 367-381.

- Cañada Cañada, F., Niño, L. M., y Torres, R. A. (2013). ¿Qué saben los alumnos de Primaria sobre los sistemas materiales y los cambios químicos y físicos? *Campo Abierto*, 32 (1), 11 – 33.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 6(2), 109-120.
- Engelhardt, P y Beichner, R. (2004). Students understanding of direct current resistive electrical forces. *American Journal of Physics*, 72(1), 98-115
- Grayson, D.J. (2004). Concept substitution: A teaching strategy for helping students disentangle related physics concepts. *American Journal of Physics*, 72(8), 1126-1133
- Guisasola, J., Zubimendi, J.L., Almundí, J.M. y Ceberio, M. (2008). Dificultades persistentes en el aprendizaje de la electricidad: estrategias de razonamiento de los estudiantes al explicar fenómenos de carga eléctrica. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), 177-192.
- Furió, C., Guisasola, J. and Almundí, J.M. (2004). Elementary electrostatic phenomena: historical hindrances and students' difficulties. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 4(3), 291-313.
- Martín del Pozo, R.M., Arillo, M.A., Ezquerro, A., Fernández, P., Galán, P., García, E., González, M., de Juanas, A., Reyero, C. y San Martín, C. (2011). *Las ideas "científicas" de los alumnos y alumnas de primaria: tareas, dibujos y textos*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid
- Park, J., Kim, I., Kim, M. y Lee, M. (2001). Analysis of students' processes of confirmation and falsification of their prior ideas about electrostatics. *International of Science Education*, 23(12), 1219-1236.
- Planinic, M., Krsnik, R., Pecina, P. y Susac, A. (2005). Overview and comparison of basic teaching techniques that promote conceptual change in students. First European Physics Education Conference, Bad Honnef, July 4-7, 2005, Germany.
- Porta, S. (2007). Las ideas previas y las situaciones de enseñanza. *Quehacer Educativo. Carretero* 27, 146 – 149.
- Rivera-Juárez, J.M., Madrigal-Melchor, J. y Enicso-Muñoz, A. (2011). Persistencia de las ideas previas sobre electricidad en alumnos de la licenciatura de física de la Universidad Autónoma de Zacatecas. *Latin America Journal of Physics Education*, 5(2), 537-542.
- Shipstone, D. (1985). Electricidad en circuitos sencillos. En R. Driver, E. Guesne, A. Tiberghien (Ed.) *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia* (pp. 63-88). Madrid: Ediciones Morata.

Competencias profesionales docentes y modelos didácticos de profesores noveles de ciencias

¹⁻²Jara, R., ¹⁻²Morales, C., ²Quiñones, P., ¹Satlov, M.

¹*Laboratorio de Didáctica de la Química. Instituto de Química, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.*

² *Programa de Magister en Didáctica en las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.*

roxanajara@pucv.cl

RESUMEN

La presente comunicación incorpora los resultados de un proyecto denominado Competencias profesionales docentes y modelos didácticos de profesores noveles de ciencias (FONDECYT 11130445), en el cual se analiza la relación existente entre las competencias profesionales docentes (CPD) y los modelos didácticos de una muestra de profesores y la percepción de la formación universitaria recibida, para establecer relaciones entre los procesos formativos y la práctica profesional, contribuyendo a fortalecer los procesos de formación inicial docente en el país.

Se realizó un estudio mixto, descriptivo-interpretativo, inicialmente para obtener información respecto al perfil didáctico y las CPD de los profesores participantes, para posteriormente acceder mediante entrevista a las percepciones de los mismos sobre su formación. El foco del estudio se centra en profesores noveles de ciencia: biología, física y química, egresados de una misma universidad, que se encontraban ejerciendo la profesión (por no más de 5 años), al momento de realizar el estudio.

Palabras clave

Profesores noveles, competencias profesionales docentes, modelos didácticos, Formación inicial.

INTRODUCCIÓN

Los modelos didácticos constituyen un plan estructurado para configurar un currículo, diseñar materiales y en general para orientar la enseñanza (Jiménez, 2000). Para el aprendizaje de los estudiantes, el modelo didáctico de los docentes es de gran importancia, ya que constituye un sistema mediador entre la realidad y el pensamiento (Chrobak, 2006). García (2000) elabora una clasificación, basada en el análisis de cinco dimensiones características: *para qué enseñar, qué enseñar, ideas e intereses de los alumnos, cómo enseñar y evaluar*, resultando así, cuatro modelos didácticos, denominados: Tradicional, Tecnológico, Espontaneísta y Alternativo-constructivista. La caracterización de un modelo didáctico supone la selección y estudio de los principales aspectos asociados al pensamiento del docente y a la práctica educativa.

Por otra parte, el profesorado novato y con más años de ejercicio continúa ejerciendo sus prácticas docentes bajo modelos tradicionales, apegados a la transmisión verbal de contenidos, que contemplan una visión de ciencia rígida y aproblemática; ante lo cual se

señala que existe una fuerte similitud entre las prácticas de los profesores en formación inicial, respecto a la de sus profesores universitarios (Mosquera 2012). A partir de lo expuesto, proponemos que existe relación entre el modelo didáctico y las competencias profesionales que los profesores de ciencias desarrollan en el aula. Es por esto que resulta interesante indagar sobre la práctica profesional del profesor novel de ciencias, en función de lo que Perrenoud (2005) define como las *diez nuevas competencias para enseñar*, las cuales son consideradas prioritarias en la formación continua del profesorado.

Vivimos una época en la cual se han hecho y se siguen haciendo reformas del sistema educativo, no sólo en Chile, sino en muchos otros países. Estas reformas repercuten en la educación universitaria respecto a la formación de profesores y por lo tanto, en el desempeño profesional. Desde esta vinculación implícita, resulta indispensable preguntarse *¿Cuál es la relación entre el modelo didáctico, las competencias profesionales docentes del profesor novel de ciencia y la formación inicial recibida, que se manifiesta en la enseñanza de los conceptos formales?*

MARCO TEÓRICO

En la actualidad, existe una elevada preocupación por lograr una educación de calidad que en el caso particular de ciencias, está directamente relacionada con cumplir las finalidades y los objetivos de la educación científica (Gómez Crespo, Gutiérrez, Martín-Díaz, 2001), es decir, formar ciudadanos que sean capaces de analizar los fenómenos del mundo natural y de tomar decisiones con fundamento basado en la ciencia. Lo anterior exige formación científica para toda la población, lo que resulta difícil debido a cómo tradicionalmente se ha abordado la ciencia.

Modelo Didáctico

Poder mejorar la situación descrita anteriormente constituye un reto para los profesores, ya que implica cambiar algunas de las prácticas docentes. Ruiz (2007) establece que en todo proceso de cambio o renovación en la enseñanza de las ciencias, los docentes son el componente decisorio, pues son ellos los que deben estar convencidos que se necesita de su innovación y de su actitud hacia el cambio, para satisfacer a las exigencias de los contextos que envuelven a los estudiantes como sujetos sociales, históricos y culturales. Pero no siempre se establecen puentes entre estos conocimientos con las teorías educativas y didácticas, lo que se asocia a los procesos formativos precedentes. En este sentido, la práctica o experiencia profesional docente resulta importante de analizar debido a que los procesos de formación inicial evidencian ciertos vacíos, particularmente el poco impacto de la misma, en los modelos de enseñanza o modelos didácticos de estos profesores y en su futuro desempeño docente. Los modelos de enseñanza de las ciencias constituyen un plan estructurado para configurar un currículo, diseñar materiales y en general para orientar la enseñanza (Jiménez, 2000). Para el aprendizaje de los estudiantes, el modelo didáctico de los docentes es de gran importancia, especialmente en la ciencia, ya que constituye un esquema mediador entre la realidad y el pensamiento.

Competencias Profesionales docentes (CPD)

Las competencias que demuestran los profesores de ciencias, se asocian a su modelo didáctico, ya que son los criterios que especifican el proceso de enseñanza aprendizaje en términos del saber qué, el saber cómo y el saber para qué de los problemas de las ciencias en el contexto educativo. Reconocer el modelo didáctico del profesor novel de ciencias y por lo tanto, su epistemología docente ayuda a comprender sus conocimientos y sus actitudes en torno a la enseñanza de las ciencias.

Tradicionalmente, los estudios sobre inserción docente han estado dirigidos en reconocer y analizar aspectos asociados a la práctica o ejercicio docente. Si bien este análisis resulta valioso es necesario profundizarlo, entendiéndose además que la práctica docente de un profesor se condiciona por aspectos propios de la disciplina que imparte. Sanmartí (2002), menciona que no hay un “cómo enseñar” independiente del contenido. Lo anterior quiere decir que cada concepto y modelo teórico tiene características y dificultades determinadas. Sobre lo mismo se plantea que las metodologías aplicadas en las clases de química, física y biología debiesen ser ejemplares no tan solo en los contenidos que se enseñan, sino también y muy especialmente a *cómo* se enseñan. Es por esto que resulta de interés, indagar sobre la práctica profesional del profesor novel de ciencias, en función a las competencias planteadas por Perrenoud (2005). A continuación se dan algunos ejemplos de las competencias de referencia (CR) que son observables en las clases de ciencias.

- *Organizar y animar situaciones de aprendizaje*
- *Gestionar la progresión de los aprendizajes*
- *Elaborar y hacer evolucionar dispositivos de diferenciación*
- *Implicar a los alumnos en su aprendizaje y en su trabajo*
- *Utilizar las nuevas tecnologías*

OBJETIVO GENERAL Y MARCO METODOLÓGICO

El presente estudio tiene como objetivo identificar y analizar aspectos disciplinares, pedagógicos y didácticos que configuran la práctica de los profesores noveles de ciencias, desde una perspectiva epistemológica en relación a cómo se enfrentan al sistema escolar, cómo desarrollan su docencia y cuáles son los criterios que utilizan a la hora de tomar sus decisiones profesionales, esto para establecer relaciones existentes entre las competencias profesionales docentes (CPD), los modelos didácticos de profesores y la percepción de la formación universitaria recibida (figura 1), contribuyendo a fortalecer los procesos de formación inicial docente del país.



Figura 1. Relación que se establece como foco de estudio

El estudio se enmarca en un enfoque mixto, descriptivo e interpretativo y se desarrolla según las siguientes etapas:

Etapa 1

Aplicación de un cuestionario sobre modelos didácticos docentes, que consta de 52 afirmaciones con opción de respuesta tipo escala Likert, a través del cual se accede a una aproximación empírica del modelo didáctico de 88 docentes noveles ciencias egresados de la misma universidad.

Etapa 2: (Estudio de caso).

Se seleccionan 8 profesores noveles (3 de biología, 3 de química y 2 de física), para efectos de la identificación de las competencias. Se realizan dos grabaciones de clases por cada docente, las cuales tienen una duración de 90 minutos cada sesión y estas se

transcriben y analizan a través de codificación abierta, usando Software MAXQDA 11 categorizando las competencias profesionales observables.

El análisis se realiza tomando como referente aspectos del modelo de interacción didáctica (Irigoyen y Jiménez, 2004) teniendo como unidad analítica la *interacción didáctica*, definida como el intercambio recíproco entre sujetos (alumno, profesores) y objetos o situaciones (contenido formal de conocimiento explicitado en materiales didácticos), en condiciones definidas por el ámbito de desempeño (disciplina o profesión). La evaluación de competencias bajo el modelo descrito implica la constatación de *desempeños competentes*, debido a que el concepto de competencia implica necesariamente que un desempeño sea efectivo.

Etapa 3

Análisis de los datos obtenidos. Las dos etapas anteriores incorporan análisis parciales, los cuales se robustecerán en esta etapa, al contar con toda la información disponible y necesaria, obtenida a través de una entrevista semiestructurada a cada uno de los profesores noveles participantes del estudio. Se analizarán los datos obtenidos y a partir de los cuales se podrán contrastar con los programas de formación, con la finalidad de proponer mejoras a los mismos.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Etapa 1

La aplicación del cuestionario a un total de 88 profesores noveles de ciencias egresados, arroja los resultados que se detallan en la tabla 1.

		Categoría						Total
		Alt-C	Esp Alt-C	Tec Alt-C	Tec Esp Alt-C	Tra Tec Alt-C	Tra Tec Esp Alt-C	
Biología	Frecuencia	3	14	0	6	0	5	28
	%	10,7%	50,0%	0,0%	21,4%	0,0%	17,9%	100,0%
Física	Frecuencia	0	4	1	6	1	7	19
	%	0,0%	21,1%	5,3%	31,6%	5,3%	36,8%	100,0%
Química	Frecuencia	1	6	0	10	0	24	41
	%	2,4%	14,6%	0,0%	24,4%	0,0%	58,5%	100,0%
Total	Frecuencia	4	24	1	22	1	36	88
	%	4,5%	27,3%	1,1%	25,0%	1,1%	40,9%	100,0%

Tabla 1: Resultados, Modelos didácticos profesores noveles de ciencia (Tra=Tradicional; Tec=Tecnológico; Esp=Espontaneista; Alt-C=Alternativo-Constructivista, de acuerdo a la clasificación de García, 2000).

En el total de profesores de ciencias participantes, el modelo didáctico se caracteriza desde diferentes perspectivas teóricas, evidenciándose mayoritariamente modelos híbridos, en el 40,9% de los participantes. Esto significa que coexisten características de los cuatro modelos didácticos, de los cuales aparecen, tanto atributos tradicionales y dogmáticos, con los de modelos alternativos constructivistas.

Para la etapa 2, a la fecha se cuenta con el análisis de las competencias de 5 docentes noveles seleccionados a partir de la muestra de participantes total. Los docentes tienen las siguientes características.

P1, profesor de química con modelo Espontaneísta-Alternativo.

P2, profesor de química con modelo Híbrido.

P3, profesor de química con modelo Tecnológico-Espontaneísta-Alternativo.

P4, profesor de biología con modelo Espontaneísta-Alternativo.

P5, profesor de física con modelo Híbrido.

Etapa 2

Los resultados de la codificación de las competencias observables a partir de la grabación de clases, en los 5 profesores analizados, se muestran en la tabla 2.

CR ¹	Competencias específicas	P1 Qui	P2 Qui	P3 Qui	P4 Bio	P5 Fis
1.	Conocer, a través de una disciplina determinada, los contenidos que hay que enseñar y su traducción en objetivos de aprendizaje.	x	x	x	x	x
	Trabajar a partir de las representaciones de los alumnos.	x	x	x	x	x
	Trabajar a partir de los errores y los obstáculos en el aprendizaje.			x	x	x
	Construir y planificar dispositivos y secuencias didácticas.	x	x	x	x	x
	Implicar a los alumnos en actividades de investigación, en proyectos de conocimiento.		x			x
2.	Concebir y hacer frente a situaciones problema ajustadas al nivel y a las posibilidades de los alumnos.	x	x	x	x	
	Adquirir una visión longitudinal de los objetivos de la enseñanza.	x			x	
	Establecer vínculos con las teorías que sostienen las actividades de aprendizaje.				x	x
	Observar y evaluar los alumnos en situaciones de aprendizaje, según un enfoque formativo.	x		x	x	x
	Establecer controles periódicos de competencias y tomar decisiones de progresión.	x				x
3.	Hacer frente a la heterogeneidad en el mismo grupo-clase.					
	Compartimentar, extender la gestión de clase a un espacio más amplio.		x	x		
	Practicar un apoyo integrado, trabajar con los alumnos con grandes dificultades.			x		x
	Desarrollar la cooperación entre alumnos y ciertas formas simples de enseñanza mutua.				x	
4.	Fomentar el deseo de aprender, explicitar la relación con el conocimiento, el sentido del trabajo escolar y desarrollar la capacidad de autoevaluación en el niño.	x	x	x	x	x
8.	Utilizar los programas de edición de documentos.	x	x	x	x	
	Explotar los potenciales didácticos de programas en relación con los objetivos de los dominios de enseñanza.					
	Comunicar a distancia a través de la telemática.		x			

Tabla 2: Resultados, Competencias profesionales de profesores noveles de ciencia.

¹ Esta tabla incluye solo las competencias de referencias observables, por lo tanto no son correlativas.

Los análisis realizados con los datos disponibles, nos muestran que las competencias que configuran la práctica de los profesores de ciencias, son variadas en cuanto a su naturaleza (pedagógica-didáctica/disciplinar). Del total de competencias de referencia, encontramos que parte de ellas están presentes en las clases observadas y analizadas de todos los profesores de ciencias participantes, de manera similar.

El análisis anterior permite evidenciar que hay competencias que están presentes en todos los profesores analizados hasta la fecha (n=5), como las siguientes de naturaleza didáctica: *“Conocer, a través de una disciplina determinada, los contenidos que hay que enseñar y su traducción en objetivos de aprendizaje”* o *“Trabajar a partir de las representaciones de los alumnos”*. Lo anterior da cuenta de que los docentes, en términos generales identifican los conceptos o núcleos disciplinares los utilizan para establecer los objetivos de aprendizaje. Además los profesores noveles de ciencias promueven espacios para que los estudiantes expresen sus ideas en torno a temas o conceptos, aunque no necesariamente son capaces de reconocer explícitamente las raíces y coherencia de estas ideas.

Paralelamente, hay competencias, las cuales no son identificadas en el desempeño de los profesores noveles participantes, como por ejemplo: *“Hacer frente a la heterogeneidad en el mismo grupo-clase”* o *“Desarrollar la cooperación entre alumnos y ciertas formas simples de enseñanza”*. Estas competencias de naturaleza pedagógica, implican que el docente promueva espacios diferenciadores en la acciones/actividades propuestas y desarrolladas en la clase y que promueva explícitamente la cooperación activa de los estudiantes en el desarrollo de las acciones/actividades. Lo anterior, nos muestra una enseñanza homogénea e individualista.

Etapa 3

De modo general, la relación entre el modelo didáctico y las competencias de los profesores de ciencias se presenta de diferentes formas: Las competencias predominantes en los profesores HIBRIDOS o TEC-ESP-ALT apuntan a aquellas que se relacionan con una estructura tradicional de enseñanza, en donde el docente tiene un rol central, estableciéndose en ciertos momentos mediaciones con los estudiantes. Por otra parte, los profesores que presentan modelos didácticos más constructivistas (ESP-ALT) desarrollan competencias más variadas, en donde el estudiante adquiera una participación activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta etapa aún está en desarrollo. Los resultados estarán disponibles en la fecha del encuentro.

AGRADECIMIENTOS

- Proyecto FONDECYT Iniciación 11130445.
- PROYECTO DI.125.783/2013 de la VRIEA, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.
- Programa de Magister en Didáctica de las Ciencias Experimentales. PUCV.
- Beca CONICYT, Chile (2015-22151311).

BIBLIOGRAFÍA

Chrobak, M. (2006) *Mapas conceptuales y modelos didácticos de profesores de química*. Concept Maps: Theory, Methodology, Technology Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping A. J. Cañas, J. D. Novak, Eds. San José, Costa Rica

García Pérez, F. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona No207, pp 21-34. [ISSN 1138-9796] Último acceso el 15 de marzo de 2014, desde <http://www.revistadocencia.cl/pdf/20100728123508.pdf>

Gómez Crespo, M.A., Gutiérrez, M.S., Martín-Díaz, M.J. (2001). Educación y cultura científicas: Los contenidos CTS, una vía hacia la alfabetización científica. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra, 25-26. IV Congreso.

Irigoyen, J.J. y Jimenez, M. (2004). *Análisis funcional del comportamiento y Educación*. Hermosillo: Editorial UniSon

Jiménez, M. (2000). Modelos didácticos. Cap. 7. En Perales, F.J. y Cañal, P. (eds.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. pp. 165-186. Alcoy: Marfil.

Mosquera, C. (2012). El cambio didáctico y la formación del profesorado de ciencias. Perspectivas actuales y futuras. Cap 7. En: Adela Molina, Compiladora. *Algunas aproximaciones a la investigación en educación en enseñanza de las ciencias naturales en América Latina*. pp 175-204. Colección Énfasis: Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas. ISBN: 9789588782065..

Perrenoud, P. (2005) *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona: GRAÓ.

Ruiz, F. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 3 (2), 41 – 60.

Sanmartí, N. (2002). Necesidades de formación del profesorado en función de las finalidades de las ciencias. *Revista Pensamiento Educativo*, 30, 35-74.

A formação inicial de professores e a instrumentação para o ensino de Ciências

Bonzanini, T. K., Moura, M. S. L.

*Universidade de São Paulo. Departamento de Economia, Adm e Sociologia –
LES/ESALQ.*

taitiany@usp.br

RESUMO

O presente trabalho discute a instrumentação para o ensino de ciências durante a formação inicial. Através da observação participante e análise documental, com auxílio de referenciais sobre formação de professores e pesquisas sobre recursos didáticos, identificou-se que o trabalho com uma abordagem construtivista de ensino e aprendizagem, bem como a diversidade de materiais trabalhados, discutidos e analisados fez dos episódios de ensino momentos prazerosos para o alcance dos objetivos educacionais propostos. Tal característica é bastante significativa, pois licenciandos que vivenciam situações de ensino prazerosas e motivantes têm maiores chances de desenvolverem aulas desse tipo também. A formação inicial precisa contribuir para a construção de uma identidade docente que considere a necessidade de desenvolver atividades de ensino diferenciadas, ricas e prazerosas. Daí a importância do estudo ora apresentado para a promoção de reflexões sobre o que pode ser significativo durante esse processo formativo.

Palavras chave

Ensino de ciências, instrumentação para o ensino, formação de professores, recursos pedagógicos, didática das ciências.

ABSTRACT

This paper discusses the instrumentation for science education during the initial training. Through participant observation and document analysis, with the help of benchmarks on teacher training and research on teaching resources, it was found that working with a constructivist approach to teaching and learning, as well as the diversity of worked materials, discussed and analyzed made of teaching episodes pleasant moments to reach the proposed educational goals. This feature is significant because undergraduates who experience pleasurable and motivating teaching situations are more likely to develop classes of this type as well. The initial formation must contribute to the construction of a professional identity to consider the need to develop differentiated teaching, rich and enjoyable. Hence the importance of the study presented here to promote reflections on what may be significant during this formative process.

Keywords

Science education, instrumentation for teaching, teacher training, teaching resources, teaching science

INTRODUÇÃO

A disciplina Instrumentação para o Ensino de Ciências Biológicas propõe, dentre outras atividades, que o graduando aprenda não apenas a selecionar materiais já existentes, que possam lhe servir como instrumentos de ensino, como também produza novos. Para tanto, aulas teóricas devem ser complementadas com aulas práticas para que o futuro educador vivencie situações de ensino diferenciadas que contemplem diversos materiais e recursos, além de promover momentos nos quais o aluno exercite sua criatividade para escolha, elaboração e adequação de instrumental para aulas de Ciências.

Como produto final, e servindo como umas das avaliações da disciplina, ao graduando é solicitado que realize uma proposta de material para uso em sala de aula da Educação Básica como uma atividade prática. Essa proposta deverá ser documentada sob a forma de roteiros ou planos de aula, entregues de forma impressa e digitalizada. Além disso, no decorrer da disciplina são realizadas análises sobre a aplicabilidade de diversos materiais para aulas de Ciências.

Considerando as características da referida disciplina, realizou-se uma investigação sobre a formação inicial de professores, com foco principal na preparação e desenvolvimento de atividades práticas, que pudessem instrumentalizar o futuro professor com relação ao desenvolvimento de atividades de ensino que valorizem características próprias da didática das Ciências como a observação, levantamento de hipóteses, análise de dados e outras.

Parte-se do pressuposto que o uso de diferentes recursos didáticos contribui de forma mais eficaz para o processo de ensino e de aprendizagem e para alcançar a heterogeneidade dos alunos, que apresentam características diferentes e aprendem de modos diferentes. Também os recursos didáticos precisam estar adequados aos objetivos educacionais, um determinado instrumento pode ser adequado para o alcance de um objetivo mas não de todos os objetivos do ensino de ciências. Dessa forma, o professor precisa conhecer e trabalhar com uma variedade de propostas, para alcançar as mais diversas possibilidades e limitações de uma turma de alunos.

Concordando com CASTOLDI (2009):

(...) com a utilização de recursos didático-pedagógicos pensa-se em preencher as lacunas que o ensino tradicional geralmente deixa, e com isso, além de expor o conteúdo de uma forma diferenciada, faz os alunos participantes do processo de aprendizagem (CASTOLDI 2009, p. 985).

Dessa forma, a discussão sobre os instrumentos ou recursos para o ensino de ciências precisa estar vinculada a discussões sobre a prática pedagógica e formação docente, com o objetivo de compreender o desenvolvimento das competências profissionais.

OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho é apresentar discussões sobre a formação inicial de professores e a instrumentalização para o ensino de ciências.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa apresenta um caráter qualitativo, pois a preocupação reside, principalmente, no aprofundamento da compreensão de um determinado grupo, nesse caso futuros professores de ciências, e em um determinado aspecto envolvido com a prática pedagógica, os instrumentos de ensino (LÜDKE e ANDRÉ, 2012).

Para a coleta de dados realizou-se observação participante, com anotações em diários de campo, de três turmas de licenciandos durante um semestre de 2013, de 2014 e de 2015, e análise documental dos materiais produzidos pelos alunos durante a disciplina.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante as observações das aulas, no decorrer de três anos, identificou-se que a didática utilizada pelo docente da disciplina contribuiu para a instrumentação dos futuros professores como, por exemplo, a abordagem de ensino construtivista (PIAGET, 1978). As atividades realizadas consistiram em:

- aceitação e encorajamento da autonomia e iniciativa dos estudantes. A todo o momento o professor permitia que a estudante inferisse ideias e reflexões sobre como e porque utilizar determinado instrumento de ensino, da mesma forma o professor retornava aos graduandos questões para que opinassem a respeito, para que refletissem sobre situações reais de ensino e formas de atuação nessas situações.
- o professor realizava perguntas abertas, permitindo um tempo para que alunos respondessem.
- os alunos se mostraram empenhados e dispostos a estabelecerem diálogos com o professor e entre eles, sobre os recursos apresentados, e como poderiam melhor utilizá-los em uma situação de ensino.
- propostas de atividades em grupos sobre análises de instrumentos de ensino, com a participação do professor visitando cada grupo em particular.
- os alunos foram envolvidos em experiências que apresentam hipóteses desafiadoras, incentivando a discussão, a reflexão sobre processos de ensino, e sobre quais dificuldades poderiam surgir e como minimizá-las.
- o docente analisava os recursos em parceria com os alunos, participava dos jogos e das atividades práticas juntamente com a turma para que dialogassem sobre os conceitos, e juntos construíssem um conhecimento sobre o assunto.
- a turma utilizou materiais manuseáveis e alternativos. Quando o professor apresentava um resultado de uma pesquisa sobre algum recurso utilizado, sempre se seguia uma discussão sobre como adaptar tal proposta a uma determinada realidade, o que envolvia os licenciandos em estudos sobre resultados de investigações e também na reflexão sobre quais materiais utilizar.

As atividades produzidas pelos alunos em aula, tais como análise de materiais didáticos, planos de ensino, sequências didáticas, jogos didáticos, demonstraram grande influência dos exemplos discutidos pelo professor, ou seja, os alunos utilizavam exemplos discutidos em aula durante suas análises e produções. Esse fato demonstra que o licenciando age a partir dos modelos que possui, daí a importância de se discutir diferentes recursos, para que o futuro educador conheça modelos e parâmetros para incorporá-los a situações de ensino. De acordo com Nóvoa (1997, p. 28):

É preciso trabalhar no sentido da diversificação dos modelos e práticas de formação, instituindo novas relações dos professores com o saber pedagógico e científico. A formação passa pela experimentação, pela inovação, pelo ensaio de novos modos de trabalho pedagógico. E por uma reflexão crítica sobre a sua utilização. A formação passa por processos de investigação, diretamente articulados com as práticas educativas (NÓVOA, 1997, p. 28)

Além disso, as propostas de atividades apresentadas pelo professor tais como: análise de materiais existentes para aulas de ciências, produção de materiais didáticos, planejamento de atividades para o ensino, organização de planos de ensino e sequências didáticas, favorecem o que muitas discussões enfocam: a importância do aprender fazendo, uma vez que as discussões apresentadas, os textos lidos, as reflexões sobre os resultados de pesquisas podem constituir um embasamento teórico imprescindível, porém pesquisas demonstram que os conhecimentos são melhor assimilados quando colocados em prática.

Para Marcelo Garcia (1999), qualquer tipo de apresentação teórica sobre um determinado conteúdo ou competência didática deve ser, necessariamente, exemplificado, através de casos práticos que facilitem a demonstração e possam servir como modelos em relação ao modo como se executa uma competência didática, daí a importância de apresentar vários exemplos resultantes de trabalhos de pesquisa com sugestões de atividades a serem desenvolvidas em sala de aula.

Considerando que, se um professor não aprendeu a trabalhar de uma forma diversificada, dificilmente o fará, e acaba reproduzindo os modelos de aula que conhece e do qual foi fruto até o momento, avalia-se que as metodologias diversificadas, envolvendo em cada aula a discussão de um tema e de um tipo de estratégia ou instrumento, foi de grande valia para a formação dos futuros professores. Segundo Marcelo Garcia (1999, p. 70), através de jogos e simulações, usando o computador ou outros materiais, os professores têm a oportunidade de analisar situações ocorridas na sala de aula, nas quais são chamados a tomar decisões interativas.

Concordando com Parolin (2005, p.14):

O aluno precisa de um modelo como ponto de partida, ou seja, imitar, ouvir, ver, discutir para aprender. A aprendizagem começa no interpessoal, ou seja, nas relações estabelecidas e termina no intrapessoal, nas subjetivações e nas sínteses que o aprendiz consegue fazer (PAROLIN, 2005, p. 14).

As aulas práticas, realizadas no Laboratório Didático, deixavam o aluno em contato com uma série de materiais, isso trazia para a discussão a importância do Ensino de Ciências envolver o método científico para discussão dos conceitos trabalhados, pois é a experimentação que distingue a Ciência dos demais ramos do conhecimento humano. Durante essas aulas foram apresentados aos alunos materiais para aulas práticas, como os kits didáticos, jogos didáticos, assim como materiais de laboratório que poderiam ser adaptados para o ensino.

Analisa-se que o professor trabalhou o que Marcelo Garcia (1999, p. 162) denominada de apoio profissional técnico, capaz de promover uma reflexão sobre a ação, pois, quando o formador trabalha com novos conhecimentos e metodologias e discute as formas de trabalho a partir do que se apresentou, proporciona um processo de análise sobre o ensino que é desenvolvido.

Foi evidente, durante vários momentos, a preocupação do docente em trazer para a discussão o fato de uma efetiva incorporação de instrumentos diferenciados ao Ensino de Ciências, evitando-se uma simples ilustração para o conteúdo ou o uso pelo uso, mas sim um instrumento que pudesse constituir um diferencial para a aula e para o trabalho com os conceitos científicos. Em uma aula, por exemplo, foi proposto que os alunos criassem fotonovelas e apresentassem as criações. A partir da apresentação, o professor discutiu como tal atividade poderia ser desenvolvida na educação básica. Além da criação desse material foi discutido enfaticamente o papel da informática como uma ferramenta pedagógica.

Considera-se fundamental que, durante a formação inicial, sejam dadas oportunidades para utilização das tecnologias em trabalhos individuais ou em grupos, que ultrapasse o mero uso da máquina. É preciso envolver os licenciandos em análises sobre eventuais dificuldades que possuem para desenvolver um trabalho pedagógico com o auxílio das tecnologias, e fazer com que vivenciem experiências enriquecedoras para sua própria formação. Isso poderá contribuir para que, ao chegar à escola, os professores não se sintam muito distantes de seus alunos que, qualquer que seja o nível social, têm grande familiarização com computadores e outros equipamentos.

Para Campos, et al. (2003), os processos de ensino-aprendizagem referentes à Ciências e Biologia, no ensino fundamental e médio, compreendem conteúdos por vezes abstratos e de difícil assimilação por parte dos alunos quando apresentados sob o viés tradicionalista de ensino no qual o conteúdo é apartado da realidade, requisitando do aluno sua memorização e não de fato a apreensão e aprendizagem apropriadas do tema como um todo. Se considerarmos que muitos alunos não conseguem visualizar a aplicação dos conteúdos assistidos em sala de aula no seu dia-a-dia, podemos perceber o quanto é necessário realizar novas formas de trabalho pedagógico, utilizando a diferentes instrumentos e a tecnologia no processo de ensino-aprendizagem, para tornar esse trabalho mais participativo e colaborativo.

A aula que envolveu o tema jogos didáticos foi especialmente interessante, pois o docente sentou-se nos grupos para jogar com os alunos e analisar as potencialidades da atividade, via-se claramente o quanto os alunos se empolgaram com a situação. O professor precisa trabalhar junto, experimentar, pois isso o aproxima do aluno demonstrando que não trata apenas de ter um discurso teórico sobre determinado assunto, mas que também vivencia a situação.

Durante os semestres foram realizadas visitas didáticas a Museus e Exposições, segundo o professor, para promover discussões sobre os espaços não formais de aprendizagem e sobre a importância da escola promover atividades que integrem cultura e aprendizagem. Também, segundo o professor, tais espaços proporcionam momentos únicos de aprendizagem, ao apresentarem o conhecimento de uma forma mais interativa ou lúdica. Tais atividades foram avaliadas pelos alunos como boas estratégias, e atividades significativas, muitos não conheciam os espaços e interagiram, indicando as possibilidades de aprendizagem. Houve também o relato de uma aluna egressa sobre a incorporação em sua prática de visitas a museus de Ciência.

O professor disponibilizava, via correio eletrônico, os materiais de aulas para os alunos, como os slides, textos e atividades utilizadas. No decorrer do semestre, os alunos passaram a encaminhar, ao professor, textos e demais atividades que encontravam, ocorrendo grande interação entre docente e discentes.

A avaliação pontual realizada indicou um positivo desempenho dos estudantes. Isso pode ter ocorrido devido a natureza das questões que constituíram tal avaliação, pois eram questões abertas discursivas que focalizavam os episódios de ensino trabalhados; como também pode relacionar-se a abordagem pedagógica utilizada, a riqueza de materiais instrumentais trabalhados, como elementos facilitadores do processo de ensino e de aprendizagem, e até mesmo a postura dialógica e interativa do docente.

Foi notório que o trabalho com uma abordagem construtivista de ensino e aprendizagem, bem como a diversidade de materiais trabalhados, discutidos e analisados fez dos episódios de ensino momentos prazerosos para o alcance dos objetivos educacionais propostos. Tal característica é bastante significativa, pois licenciandos que vivenciam

situações de ensino prazerosas e motivantes têm maiores chances de desenvolverem aulas desse tipo também.

Em muitos “Kits didáticos”, material final criado pelos alunos e parte das avaliações da disciplina, os jogos estiveram presentes, evidenciando que esses surgem como alternativa viável para o aprimoramento do processo de ensino aprendizagem, principalmente, por sua fácil e acessível produção e utilização. Alunos relatavam que gostavam do aspecto lúdico, por isso escolheram jogos para produzirem como instrumentos de ensino. Traziam ideias inovadoras, feitos com material de fácil acesso e para fácil reprodução.

Identificou-se que os roteiros ou planos de aula entregues juntamente com esses “Kits” ao final da disciplina, foram arquivados, e somente apresentados aos alunos que cursam a disciplina posteriormente como exemplos de materiais a serem produzidos. Assim, as produções dos alunos acabaram restritas aos muros universitários carecendo, assim, de uma maior análise e organização para que possa ser disponibilizada tanto para os graduandos do curso como também para os professores que atuam na Educação Básica, já que constituem materiais inovadores e com grandes possibilidades de utilização.

Evidenciou-se que o licenciandos, quando colocados na posição de protagonistas, participam ativamente do processo formativo. As ausências as aulas eram raras, e a entrega e apresentação de atividades solicitadas era pontuais.

O docente corrigia as atividades e retornava um feedback aos alunos que mostravam-se bastante satisfeitos com os comentários recebidos. Satisfação essa também apontada em uma avaliação feita sobre a condução da disciplina.

Assim, pode-se afirmar que o uso de diferentes recursos, a abordagem construtivista, a união teoria-prática e o processo dialógico estabelecido entre docentes e licenciandos contribuíram significativamente para a formação inicial desses professores.

O desenvolvimento profissional inicia-se durante processos formativos que valorizam o aprender fazendo, a reflexão sobre instrumentos de ensino e práticas pedagógicas, atividades imprescindíveis nos cursos de formação de professores.

CONSIDERAÇÕES

Buscando-se evitar a condução de aulas de ciências como uma coleção de fatos e conceitos, na qual alunos permanecem passivos, a formação inicial docente precisa incorporar discussões sobre instrumentos de ensino que modifiquem tal situação e proporcionem aulas com situações instigantes e motivadoras, contribuindo para um envolvimento do aluno com o conteúdo trabalhado.

Nesse sentido, a disciplina Instrumentação para o Ensino, investigada nessa pesquisa, constitui um primeiro processo formativo que pode contribuir para a construção de uma identidade docente que considere a necessidade de desenvolver atividades de ensino diferenciadas, ricas e prazerosas. Daí a importância do estudo ora apresentado, para a promoção de reflexões sobre o que pode ser significativo durante esse processo formativo e desenvolvimento de competências profissionais.

BIBLIOGRAFIA

Nardi, R. (Org) (2005). *Questões Atuais no Ensino de Ciências*. São Paulo: Escrituras.
Campos, L. M. L.; Bortoloto, T. M.; Felicio, A. K. C (2003). A produção de jogos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. *Caderno dos Núcleos de Ensino*.

Castoldi, R; Polinarski, C. A.(2009) A utilização de Recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem. In: II Simpósio Nacional de Ensino de Ciencia e Tecnologia. Ponta Grossa, PR, Brasil. Ultimo acesso: julho de 2013 desde: http://www.pg.utfpr.edu.br/sinect/anais/artigos/8%20Ensinodecienciasnasseriesiniciais/Ensinodecienciasnasseriesinicias_Artigo2.pdf.

Delizoicov, D.; Angotti, J. A.; Pernambuco, M. M.(2007) Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. 2ª ed. São Paulo, Cortez.

Gonçalves, F. P.; Galiazzi, M. C. (2004) A natureza das atividades experimentais no ensino de Ciências. In: Moraes, R. e Mancuso, R. (Orgs). *Educação em Ciências: Produção de Currículos e Formação de Professores*. Unijuí: Ed. Unijuí.

Lüdke, M; André, E.D.A. (2012) *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: E.P.U.

Marcelo Garcia, C. (1999) *Formação de professores: para uma mudança educativa*. Portugal: Porto Editora.

Nóvoa, A. (Org.) (1997) *Os professores e sua formação*. Lisboa, Dom Quixote.

Piaget, J. (1978) *Biologia e conhecimento*. Porto: Rés Editora.

Parolin, I. (2005) *Professores formadores: a relação entre a família, a escola e a aprendizagem*. Curitiba: Positivo.

Estrategias de formación para futuros maestros y escolares: Estudio de la Materia

Laso, S., Ruiz, M.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Valladolid

Sal_laso@hotmail.com

RESUMEN

En este trabajo se recoge una experiencia en la que se combinan diversas metodologías para mejorar el proceso de enseñanza/aprendizaje de las ciencias tanto de los maestros en formación como de los alumnos de educación primaria. Para ello se incorporan estrategias didácticas que permitan reproducir los fenómenos que se producen en la naturaleza, aportando a los alumnos las competencias necesarias para definir un problema, enunciar hipótesis, trabajar en equipo y alcanzar, a partir de lo observado, un aprendizaje significativo.

La temática seleccionada ha sido el estudio de la materia y sus principales características y propiedades. Una vez realizadas las sesiones prácticas, se han analizado los resultados obtenidos, así como el grado de satisfacción de los grupos implicados en el proceso, resultando ambos altamente positivos. En el caso de los futuros maestros ha sido demostrada su capacitación tanto en el dominio de la materia trabajada como de las metodologías utilizadas.

Palabras clave

Aprendizaje de las ciencias, TIC, experimentación, aprendizaje cooperativo, aprendizaje por tareas y enseñanza por indagación.

INTRODUCCIÓN

La estrategia formativa que a continuación se presenta, en el marco de un proyecto de innovación multidisciplinar de la Facultad de Educación de la Universidad de Valladolid (PID, 2015-2016), tiene como objetivo el desarrollo de competencias específicas en secciones bilingües y currículum integrado de la Educación Primaria. Para su implementación se ha contado con la colaboración de los alumnos de un centro público de la ciudad de Valladolid. La estrategia de formación da a conocer a los estudiantes del grado de maestro de educación primaria la terminología y las metodologías que los científicos utilizan, a través de tareas prácticas e innovadoras, para que los futuros maestros, posteriormente, las lleven a la práctica con alumnos de Educación Primaria del citado colegio.

Como temática de trabajo, se eligió el diseño y realización de actividades para el estudio de la materia y sus propiedades características, estados de la misma y sus transformaciones. El estudio de este tema se convierte en un contenido imprescindible para que los alumnos adquieran un conocimiento científico de los objetos y fenómenos con los que interactúan a diario.

Teniendo como referencia la finalidad anterior, el objetivo principal de este trabajo es exponer diferentes metodologías para la enseñanza-aprendizaje de la materia. A través de ello se persigue una mejora académica para el estudiante de magisterio mediante la

experiencia práctica y el uso de TIC, construyendo su conocimiento de una forma autónoma, y en segunda instancia, una mejora de los resultados obtenidos por los estudiantes de primaria.

MÉTODO

El principal objetivo de las ciencias en niveles de enseñanza obligatoria, es la adquisición de una cultura científica así como el desarrollo de la competencia científica por parte del alumnado. Esto requiere proporcionar a todos los estudiantes el conocimiento y las capacidades suficientes para permitirles decidir sobre asuntos que afectan a su vida, y que están relacionados con la Ciencia. Teniendo en cuenta esto, la Ciencia y la comprensión de conceptos científicos básicos, además de entender cómo se realiza la actividad científica y cómo se relaciona ésta con la Sociedad y la Tecnología, requiere de un cambio metodológico.

Numerosos artículos tratan sobre las diversas ventajas de la utilización de estrategias de aprendizaje con metodologías activas en la enseñanza de las ciencias, así como de la necesidad de cambio en las estrategias de enseñanza-aprendizaje a fin de mejorar los resultados de nuestros estudiantes (Scott et al. 1991; Duit & Tregust, 2003). De este modo puede conseguirse ir más allá de la habitual transmisión de conocimientos científicos (Luis, 2010; Vilches y Gil, 2011). Siendo coherentes con lo anterior, y con el objetivo de una buena formación científica, se precisa: (1) promover una participación activa del estudiante en el aula, considerando sus intereses e ideas previas; (2) la utilización de trabajos prácticos realizados por el alumno que involucren experiencias “de primera mano” y uso de tecnologías; y (3) la realización de trabajo cooperativo y formulación permanente de preguntas.

Previo a la selección de las metodologías, se hace necesario considerar cuales son las funciones de la naturaleza de las ciencias que se resumen en los siguientes aspectos:

- Adquirir una visión ajustada sobre la ciencia y la actividad científica.
- Conocer y comprender aspectos teóricos y prácticos relacionados con las Ciencias.
- Ser capaz de analizar críticamente y argumentar las decisiones que justifican la toma de decisiones.
- Ser capaz de integrar la información y los conocimientos necesarios para resolver problemas.
- Desarrollar habilidades de comunicación oral, escrita y, en general, utilización de herramientas multimedia para la comunicación a distancia.
- Desarrollar el conocimiento, comprensión y dominio de metodologías y estrategias de autoaprendizaje.
- Adquirir estrategias y técnicas de aprendizaje autónomo, así como formación en la disposición para el aprendizaje continuo a lo largo de la vida.
- Fomentar el espíritu de iniciativa y de una actitud de innovación y creatividad.

Conociendo estos aspectos, y con la finalidad de mejorar los resultados de los estudiantes en esta área, se ha utilizado una metodología de trabajo cooperativo que se ha concretado en un trabajo por tareas, mediante la técnica de indagación característica de las ciencias experimentales.

El trabajo cooperativo es una metodología que remarca el papel del alumno como responsable y protagonista de su proceso de aprendizaje y que cuenta con la aplicación satisfactoria en el área de ciencias naturales (Ibáñez et al., 2004 y Romero, 2007). En una

situación de trabajo cooperativo, los alumnos procuran obtener resultados que sean positivos tanto para ellos mismos como para los demás miembros de su grupo, alcanzando objetivos comunes (Johnson, 1999). Mediante el trabajo cooperativo se organizan las tareas de una forma sistemática para que las realicen grupos reducidos de alumnos. Durante su periodo de formación, los alumnos tienen que aprender las habilidades sociales necesarias para trabajar coordinadamente en equipo. Estas herramientas les serán muy útiles, no solo para su etapa de estudiantes, sino también para una futura vida laboral dentro de un mundo en el que la interdependencia entre los ciudadanos se acentúa cada vez más. Se proponen actividades para trabajar en diversos grupos y con ello se quiere fomentar el respeto a los compañeros, el aprender a escuchar, a respetar las opiniones de otros, a ser educado y ser capaz de defender nuestras propias ideas utilizando argumentos sólidos.

El aprendizaje basado en tareas (TDL), también conocido como enfoque por tareas (Willis, 1997; Fernández et al., 2001), es un modelo que logra transformar la enseñanza centrada en el profesor a una enseñanza basada en el alumno. Mediante la metodología TDL, el estudiante va ganando de forma progresiva responsabilidad con su aprendizaje a partir de la solución de problemas propios de la profesión, lo que facilita la motivación. Este método promueve la organización de la propuesta en función de una tarea final o de un conjunto de tareas que guiarán la presentación de los diferentes contenidos. La realización de estas tareas requiere, por parte de los estudiantes, la obtención de una serie de conocimientos y habilidades que potencian y promueven su desarrollo. Los estudiantes tienen la posibilidad de aprender, no solo a través de la transmisión de conocimientos por parte del profesor, sino que tienen una posición activa en la construcción de sus conocimientos.

El aprendizaje por indagación fue desarrollado durante el movimiento de aprendizaje por descubrimiento en la década de 1960 (Sampson et al., 2011). El aprendizaje aquí propuesto es activo, donde el progreso de los estudiantes es evaluado mediante las habilidades experimentales y analíticas, en lugar de por la cantidad de conocimientos que poseen los alumnos. En este tipo de enseñanza, se deja a los estudiantes descubrir por sí mismos cuál es el resultado de un experimento, o bien el profesor les guía a la meta del aprendizaje deseado, pero sin hacerlo de forma explícita. La principal ventaja que aparece es que los estudiantes no se limitan a llevar a cabo experimentos de forma rutinaria, sino que tienen que pensar en los resultados que recogen y en su significado.

DISEÑO Y DESARROLLO DE LA ESTRATEGÍA DE FORMACIÓN

Procedencia de la muestra

La propuesta presentada se ha implementado con un grupo de alumnos de tercer curso del grado de maestro en educación primaria. Se llevó a la práctica con un grupo de 62 alumnos, de edades comprendidas entre 20-23 años, cuya formación previa en enseñanza secundaria y bachillerato fue aproximadamente la mitad de los alumnos de ciencias (51%) y el resto de ciencias sociales y humanidades (49%), por lo que podemos considerar que el grupo presenta una distribución homogénea. En cuanto a la muestra de los alumnos del colegio, corresponden todos ellos al tercer curso de educación primaria.

Propuesta

La intervención trabaja tres bloques de contenidos. La distribución de las tareas en sus respectivos bloques se muestra en la figura 1.



Figura 3. Esquema de trabajo por tareas para los alumnos

El primero, denominado Ideas Previas, es utilizado para conocer el nivel de conocimientos inicial que presentan los alumnos, sobre la temática que se va a tratar. La tarea consiste en un debate dirigido mediante preguntas relacionadas con la materia, los estados en los que puede presentarse y las transformaciones entre los mismos (Figura 2). Al finalizar el debate, los alumnos elaboran un resumen final con las principales ideas y conceptos.



Figura 4. Ejemplificación de los estados de la materia por parte de los alumnos

El segundo bloque, denominado Estados de la Materia, pretende que descubran, a través de tres diferentes tareas, los distintos estados en los que puede encontrarse la materia.

Mediante las tareas 2 y 3 los alumnos clasifican diferentes materiales en base a sus características y deducen sus propiedades (Figura 3).



Figura 5. Desarrollo de la tarea 2

Para finalizar, el profesor manipula distintas situaciones para hacer ver a los alumnos las propiedades de los estados de la materia. En base a lo observado, los alumnos responden las preguntas del profesor.

La cuarta tarea también pretende deducir las propiedades de los estados de la materia. Para ello se indica a los alumnos, organizados en grupos, que deben formar figuras

representando los distintos estados de la materia mediante diferentes agrupaciones de sus cuerpos.

El tercer bloque de la propuesta denominado Cambios de Estado, está constituido por cuatro tareas. Como objetivo, en la tarea 5, se plantea conocer en que consiste la fusión. La tarea 6 pretende dar a conocer el fenómeno de la vaporización o evaporación de una sustancia. Con la tarea 7 se muestra el proceso de condensación. La última tarea de este bloque, da a conocer los fenómenos de la sublimación y la sublimación inversa. Como elemento clave de la experiencia utilizamos yodo, que en condiciones ambientales es un sólido y al calentarlo suavemente pasa directamente a vapor, como se muestra en la figura 4.



Figura 6. Desarrollo de la tarea 8

Para concluir, los estudiantes desarrollan la tarea final (figura 5) que recoge lo aprendido de los experimentos anteriores. En esta actividad deben elaborar un diagrama sobre el ciclo del agua en la naturaleza.



Figura 7. Desarrollo de la tarea final

Instrumento de evaluación

La adecuación de las metodologías utilizadas y de las actividades propuestas se evaluó mediante dos cuestionarios, uno de ellos para los alumnos de primaria y otros para los futuros maestros, al finalizar las sesiones correspondientes a esta propuesta.

El cuestionario diseñado para los futuros maestros consta de 11 preguntas, de las cuales 4 son de tipo test, y el resto son preguntas abiertas. Este cuestionario se pasó a los alumnos de magisterio a la finalización de las actividades.

En cuanto al cuestionario diseñado para los alumnos de Primaria, consta de seis preguntas en las que deben señalar su grado de satisfacción con respecto a la tarea desarrollada.

RESULTADOS Y REFLEXIONES FINALES

Con el propósito de conocer la efectividad de las metodologías empleadas para la temática señalada así como las preferencias de los alumnos con respecto a las mismas, a continuación se muestran los resultados y se analizan los datos obtenidos.

Las preguntas de la encuesta realizada a los estudiantes de primaria, arrojan los siguientes resultados. En referencia al nivel de satisfacción con las experiencias desarrolladas, el 93% de los alumnos presentan un alto grado de satisfacción en referencia a las mismas. Señalar que ninguno de los participantes muestra un completo desagrado hacia las experiencias realizadas.

En lo referente a la satisfacción de los estudiantes de primaria, en la figura 6 se muestran los resultados obtenidos para las tres tareas con menor grado de satisfacción, ya que el resto alcanzaron porcentajes muy elevados.



Figura 8. Grado de satisfacción según la tarea

En cuanto al grado de satisfacción respecto a la explicación ofrecida por los futuros maestros, este ha sido muy elevado tal y como se muestra en la figura 7.

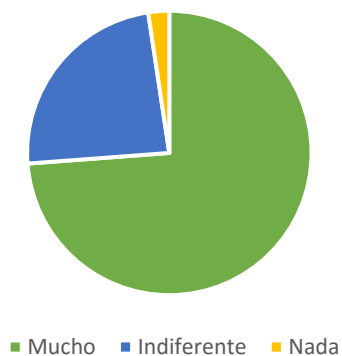


Figura 9. Grado de satisfacción

Se presentan a continuación los resultados de la encuesta realizada a los futuros maestros de educación primaria. Respecto a la comparativa del proceso seguido para el desarrollo de la temática trabajada con la metodología tradicional, el 100% de los alumnos encuestados indica que ha sido mucho más entretenido, que conlleva mayor trabajo para el docente pero que tiene mayor aplicación práctica.

Haciendo alusión a la forma de trabajar, el 98% de los encuestados considera que de esta forma se facilita la asimilación de los contenidos. En cuanto al ritmo de ejecución del trabajo, el 70% de los participantes opina que el ritmo seguido en clase es el adecuado; el resto de participantes considera que la ejecución fue demasiado rápida.

Al analizar la opinión de los alumnos respecto a la metodología de trabajo cooperativo, el 96% de los mismos señalan que esta metodología facilita el proceso de aprendizaje; el resto de los encuestados opina que el trabajo en grupo es entretenido, pero que no aporta nada a la adquisición de conocimientos.

En cuanto al nivel de satisfacción del trabajo desarrollado, todos los participantes están altamente satisfechos ya que han podido enriquecerse del trabajo desarrollado con los niños, a través de una actividad diferente, en la que se contacta con la situación real de aula, y en la que han podido poner en práctica todo lo aprendido directamente sobre la muestra de interés, logrado así el aprendizaje significativo.

Otro aspecto a destacar, a parte del aprendizaje de los contenidos y de las diferentes metodologías empleadas, es que los alumnos de esta manera son conscientes de los avances que se van obteniendo en este proceso.

Antes de llevar a cabo esta experiencia práctica, se suponía que iba a ser productiva y divertida para los alumnos de 3º de Educación Primaria a los que iba dirigida y enriquecedora para los futuros maestros. Como conclusión, podemos afirmar que, tras llevarlo a la práctica, nuestras previsiones se han confirmado al contrastar las opiniones de las partes implicadas.

BIBLIOGRAFIA

Duit, R., & Treagust D.F. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*. 25 (6), 671–688.

Fernández, S., & Caselatto, M. (2001). *Tareas y proyectos en clase: español lengua extranjera (Vol. 3)*. Editorial Edinumen.

Ibañez, V. Y Gomez, I. (2004). ¿Qué pasa cuando cooperamos? hablan los alumnos. *Investigación en la escuela*, 54,69-79.

Johnson, D (1999). *Los nuevos círculos del aprendizaje la cooperación en el aula y la escuela*, Argentina. Ed. Aique S.A.

Luis, M.C.,(2010). Enseñanza de las ciencias naturales. Acercarse a la naturaleza. *Aula de Innovación Educativa*, 195,42-46.

Romero, C. (2007). *Como aprender y enseñar biología utilizando aprendizaje cooperativo*. Séptima jornada sobre aprendizaje cooperativo. Valladolid. GSIC.

Sampson, V., Grooms, J. and Walker, J. P. (2011). Argument-Driven Inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95: 217-257.

Scott, P. H.; Asoko, H. M.; Driver, R. H. (1991). *Teaching for Conceptual Change: a Review of Strategies*. In R. Duit, F. Goldberg, H. Niederer (ed.), *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies*. Proceedings of an International Workshop.

Vilches A. y Gil Pérez, D. (2011). El trabajo cooperativo en las clases de ciencias: una estrategia imprescindible pero aún refutada. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales* 69,73-79.

Willis J.(1997). *A Framework for Task-Based Learning, Un marco para el Aprendizaje Basado en Tareas*. Longman.

Resignificación del contexto Ciudad-Escuela como hábitat local: experiencia de formación continua del profesorado en Educación Ambiental

Lopera, M.

Secretaría de Educación de Medellín (Colombia)

marisolope@alumnos.uva.es

RESUMEN

Esta experiencia de formación continua del profesorado se enfocó en el ejercicio de resignificación del contexto Ciudad-Escuela como hábitat local en el marco de una investigación acción, con dos finalidades claras: la primera generar reflexiones sobre las prácticas habituales en Educación Ambiental desde el currículo formal y desde las realidades educativas y la segunda, posibilitar un espacio de enriquecimiento conceptual y metodológico partiendo de lecturas asertivas del contexto local y regional, de tal manera que, les permitiera a los profesores el diseño e implementación de unidades didácticas potencialmente significativas (UEPS) para sus estudiantes y centros educativos.

Palabras clave

Educación Ambiental, formación del profesorado, pensamiento ambiental, hábitat local.

INTRODUCCIÓN

La Educación Ambiental formal surge como un planteamiento que permea la Escuela y más allá, cuestiona sus prácticas tradicionales, para permitir tanto a profesores como a estudiantes reflexionar e intervenir su contexto y abordar de manera directa las problemáticas ambientales tanto desde la perspectiva local como global. Es claro entonces que la Educación Ambiental (EA) busca favorecer acciones proambientales al cuestionar las tradiciones, valores y prácticas habituales, en pro de frenar la transformación agresiva y poco consensuada de los sistemas planetarios. Así mismo, desde la Escuela debería propiciarse el restablecimiento del diálogo entre el ser humano y la naturaleza, a través de componentes como el epistemológico, pedagógico, didáctico, en diversos escenarios de reflexión. Sin duda, no se deben ahorrar esfuerzos para garantizar que la EA sea una cuestión real y transversal en el sistema educativo, capaz de potenciar una Escuela más abierta, donde se favorezca el cambio de mirada sobre el contexto o hábitat local, que se pregunta por los ecosistemas circundantes, por las interacciones sociales, por las miradas que los estudiantes tienen sobre su territorio.

Así que, esta experiencia de formación continua del profesorado en el Municipio de Medellín (Colombia), para la resignificación del contexto Ciudad-Escuela como hábitat local, parte del reconocimiento de las dinámicas ambientales mediante el acceso a diversos espacios de ciudad como parques naturales y miradores urbanos y utilizando diferentes técnicas para lectura asertiva de contexto. Se propone un espacio de reflexión entrañado en las aulas, localidades y en la ciudad misma, con el fin de favorecer la reapropiación conceptual de los profesores sobre el medio ambiente y su reflejo en el

aula bajo criterios de igualdad, solidaridad y participación comunitaria. De tal forma que, además de ofrecer un espacio para la reflexión y actualización, existe un interés porque la experiencia de formación desemboque en el acompañamiento a los profesores en el diseño de Unidades Didácticas Potencialmente Significativas o UEPS (Moreira, 2010), que se llevarán a sus centros educativos y que estarán adaptadas a diferentes necesidades, motivaciones profesionales o espacios curriculares.

MARCO CONCEPTUAL

La propuesta de abordar el contexto Ciudad-Escuela como hábitat local parte de las posturas explícitas del pensamiento ambiental latinoamericano, una corriente filosófica que emerge en la segunda mitad del siglo XX y comparte sus orígenes con movimientos pacifistas, hippies y ecologistas, donde se cuestiona el sentido de la vida humana que difunde el desarrollo económico y el consumismo, la lógica de dominación y la incapacidad del ser humano de integrarse o difundirse en lo simple, lo natural, en el espíritu de la tierra como trama de vida, en última instancia como hábitat. Este tipo de pensamiento está relacionado estrechamente con el paradigma de la complejidad planteado por Edgar Morín (1990), se fortalece en el desarrollo de una epistemología renovada donde el conocimiento del mundo reconozca la acción humana como altamente invasiva.

Desde esta perspectiva hay una aproximación a la situación actual del planeta como crítica y reflejada en el progresivo deterioro de los sistemas que sostienen la vida. Así que, se plantea una nueva mirada para resolver la problemática, una nueva episteme que permita abordar la crisis ambiental de manera justa y por tanto, es necesaria la formación y educación de colectivos más sensibles, que reconsideren sus posturas políticas y éticas, que entiendan que este hábitat finito y susceptible es el único lugar donde se puede construir el destino de su vida y de la vida misma. La idea de nuevas epistemes no se refiere a visiones catastróficas del futuro, sino a la posibilidad de visibilizar realidades, pensar los problemas y además atreverse a plantear soluciones. Así que no existe un lugar donde sea más pertinente apostar por estos retos como sociedad que la Escuela, donde se forman y conviven los seres humanos, donde se estructuran las subjetividades, se enseña a vivir y apostar por una mejor calidad de vida. De tal manera que, resulta necesario mirar la labor docente, visibilizarla y enriquecerla al proporcionarle herramientas para incorporar las cuestiones ambientales en el currículo, abordarlas en el contexto escolar, evaluarlas y reflejarlas en la comunidad educativa.

Formación Continua del profesorado en Educación

Es importante partir de reconocer los múltiples constructos teóricos que enriquecen conceptual y metodológicamente la EA, entre ellos: la EA moderna (Breiting, 1997; Caride y Meira, 2001; García, 2004; Gutierrez, 1995; Tilbury, 1995); la educación global (Selby, 1996); la educación para la sostenibilidad y de la alfabetización científica para la participación ciudadana (Acevedo et al., 2005; Gil y Vilches, 2001 y 2005; Pedrinaci, 2006). Sin embargo, en algunos sistemas educativos y contextos escolares continúan con el desarrollo de prácticas tradicionales y poco o nada permiten ser permeados por dichos enfoques. De ahí, que es común el hallazgo de profesores que no encuentran elementos para relacionar el currículo con lo ambiental, para reflexionar sobre problemas reales, para movilizar y poner en crisis a sus estudiantes cuestionando los modelos y hábitos que la cultura moderna consumista difunde y acepta.

En esta instancia, se reconocen los trabajos previos desarrollados por Lucié Sauvé (2004), pionera del proyecto Edamaz, quien propone los cinco enfoques de la formación de maestros (inicial o continua) en educación ambiental: el primero es el enfoque experiencial lo cual implica aprender la pedagogía de la EA en la acción educativa cotidiana; en segundo lugar se propone un enfoque crítico que apunta a identificar tanto los aspectos positivos como los límites, las carencias, las rupturas, las incoherencias, los juegos de poder, etcétera, esto, con el objetivo de transformar las realidades problemáticas; en tercera instancia est  el enfoque pr xico donde la reflexión crítica se realiza desde el interior de la experimentación de las realidades ambientales y pedagógicas; el cuarto enfoque es el interdisciplinar (como el camino para trascender a lo transdisciplinar) que implica la apertura a distintos campos de saberes, de modo de enriquecer el análisis y la compresión de las realidades complejas del medio ambiente, que facilita el desarrollo de una visión sistémica y global de las realidades; y finalmente el quinto enfoque es colaborativo y participativo que parte de considerar el medio ambiente como una dimensión colectiva, que requiere que sea abordado conjuntamente, haciendo converger las miradas, las esperanzas y los talentos de cada uno.

Concepción del contexto Ciudad-Escuela como hábitat local

En el sentido estricto el concepto de hábitat ha sido abordado desde el dominio disciplinar de las ciencias biológicas, así es que un autor como Odum (1972) considera "El hábitat de un organismo es el lugar donde vive o el lugar donde uno lo buscaría", lo que permite considerar que el hábitat puede referirse al lugar ocupado por un individuo, una población, una especie, un género, o incluso un gremio. Por otra parte Ana Patricia Noguera (2004) concibe el hábitat en términos de habitar, de habitante y como configuración del "ethos" o morada, además habitar según la autora es comprender la lengua de la tierra con sus tiempos geológicos y ciclos hidrológicos, el diálogo entre ambos es el ambiente, nuestro "hábitat-habitante-hábito-habitación".

Desde esta óptica se considera que los acercamientos entre los problemas del hábitat y lo ambiental, permiten entonces acercar el pensamiento complejo contemporáneo, con el pensamiento ambiental, a partir de la pregunta por el habitar. De ahí que, la pertinencia de las experiencias de formación del profesorado sobre el contexto Ciudad-Escuela donde se desencadene la crítica y se permitan ver lo visto desde otras posturas, que efectivamente respeta la concepción de hábitat entrañada en la ecología misma, pero se reclama a los individuos que habitan la localidad, los barrios, las ciudades y día a día se concentran en la Escuela para aprender sobre el mundo. De la misma manera, hay un interés enorme por provocar en los profesores la pregunta por el sentido y significado de las relaciones socio sistémicas y eco sistémicas.

METODOLOGÍA

El diseño metodológico obedece a la Investigación Acción que Elliott (1993) así que en la estructura metodológica descrita en la Figura 1, se presentan 3 ciclos: en el primero hay una aproximación a problemáticas puntuales; en el segundo ciclo se identifican elementos conceptuales y didácticos que determinan el diseño de una "Unidad de enseñanza potencialmente significativa" UEPS (Moreira, 2010) y en el ciclo 3 se implementa la UEPS en la experiencia de formación del profesorado, se sistematizan los datos y se lleva a cabo una evaluación retrospectiva.

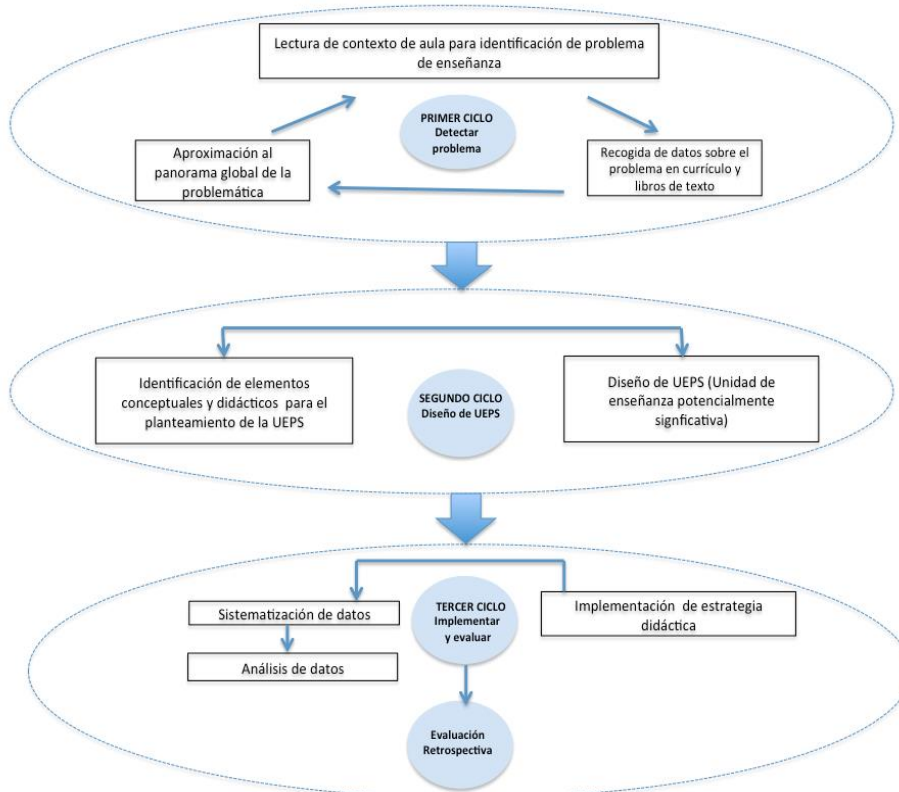


Figura 1. Investigación Acción en experiencia de formación continua del profesorado.

Por su parte la UEPS generada se describe a continuación:

Tabla 1. UEPS implementada en la formación.

Secuenciación	Descripción
Indagación de conocimientos de los profesores	A través de la aplicación de un cuestionario con preguntas abiertas y posterior puesta en común, donde se identifican las concepciones que tienen los profesores sobre el medio ambiente y los objetivos y retos de la Educación Ambiental en sus contextos educativos.
Presentación de situación problemática	Reconstrucción del concepto de hábitat a partir de lectura y análisis de contenido de definiciones hechas desde diferentes áreas de conocimiento. Uso de las TICs para socializar las problemáticas más relevantes de sus contextos educativos como resultado de las múltiples tensiones.
Abordaje conceptual	Aproximación a paradigmas como el pensamiento ambiental y de la complejidad a través de construcción de mapas conceptuales. Identificación es de las dimensiones que constituyen el contexto de Ciudad-Escuela como hábitat local: biofísicas, sociales, culturales, económicas, éticas, políticas y estéticas, a través del uso de TICs.
Estructuración de conocimiento	Salida de campo a diversos espacios del contexto Ciudad-Escuela a través de la aplicación de técnicas como la geo referenciación, el mapeo paisajístico y la interpretación de fauna y flora dominante desde registro fotográfico y escrito. Identificación de tensiones y problemáticas que emergen entre la naturaleza y la cultura en el hábitat local a través de la utilización de diagramas de árbol (causa-efecto).
Diseño de estrategia	Diseño de UEPS por parte de los profesores participantes donde se abordan problemáticas de interés en relación con el hábitat local.

La muestra es un grupo de 4 profesores vinculados laboralmente con el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, que laboran en centros educativos de la zona urbana del municipio de Medellín en secundaria. El área en la cual desarrollan los procesos de enseñanza y aprendizaje es la de Ciencias Naturales y EA, aunque alternan con asignaturas propias de las Ciencias Sociales como ética y valores. Durante la implementación de la UEPS se aplicaron encuestas y complementaron matrices de observación, además, se realizó registro de audio y fotográfico, además, los documentos finales que generaron los profesores donde describían a su vez UEPS para desarrollar con sus estudiantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación de un cuestionario con preguntas abiertas permitió el reconocimiento de las corrientes de pensamiento sobre medio ambiente y EA dominantes de los docentes, además, el momento de socialización o puesta en común fue registrado en audio y en la matriz de observación. Para la sistematización y generación de significados se tomó como referente la taxonomía propuesta por Lucié Sauve (2004), donde se reconocen las siguientes corrientes de pensamiento sobre medio ambiente: Naturalista, conservacionista, resolutive, sistémica, científica, humanista, moral/ética, holística, bio-regionalista, praxica, crítica, etnográfica, eco-educación, sustentabilidad. La evidencia explícita permitió reconocer que en los profesores que participaron en la experiencia de formación predominan corrientes de pensamiento conservacionista, resolutive, científicista y en relación la sustentabilidad.

Tabla 2. Corrientes de pensamiento.

Corriente	Descripción	Evidencia Explícita
Conservacionista	Esta corriente agrupa las proposiciones centradas en la « conservación » de los recursos, tanto en lo que concierne a su calidad como a su cantidad: el agua, el suelo, la energía, las plantas y los animales, el patrimonio genético, el patrimonio construido, etc.	El medio ambiente se debe proteger. Es necesario evitar la contaminación. Se debe tener compromiso con la protección del medio ambiente.
Resolutive	la educación ambiental debe estar centrada en el estudio de problemáticas ambientales (environmental issues), con sus componentes sociales y biofísicos y sus controversias inherentes.	La especie humana debe asumir la responsabilidad de los problemas que genera. Uno de los objetivos de la EA es resolver problemas ambientales.
Científicista	La perspectiva es la de comprender mejor para orientar mejor la acción. Las proposiciones de la corriente científica integran a menudo el enfoque sistémico y un proceso de resolución de problemas.	Medio ambiente como interacción biótico-abiótico. Hábitat como lugar donde sobreviven los seres vivos.
Sustentabilidad	Se trata de aprender a utilizar racionalmente los recursos de hoy para que haya suficientemente para todos y que quede para asegurar las necesidades del mañana. La EA deviene una herramienta entre otras al servicio del desarrollo sostenible.	Se debe procurar la igualdad presente y futura. Es necesario que los estudiantes reconozcan que es prioritario acceder a una mejor calidad de vida para él mismo y lo suyos.

Los profesores reconocen que les cuesta integrar aspectos como social, económico, político, ético y generalmente asocian lo ambiental a lo ecológico, a los seres vivos, a los contextos naturales. Así mismo, en relación a la EA, los participantes incluyen en su definición palabras como área de conocimiento, transversalidad, proyecto educativo obligatorio, y su pertinencia asociada con el concepto de “conciencia” y sensibilidad, además, como mecanismo social para hacer frente a las problemáticas actuales.

Durante la puesta en marcha de la experiencia de formación continua para docentes, fue fundamental que ellos modificaran sus creencias, además, que pensarán lo ambiental como transdisciplinar y altamente susceptible de abordar desde cualquier área, además de totalmente necesario. No se escatimaron esfuerzos para poner a los docentes durante todo el proceso en situaciones que les generaran crisis, que los cuestionaran y les permitieran ampliar las concepciones sobre lo ambiental y sobre la educación y fue claro por su permanencia, participación y motivación el logro de este objetivo implícito. De otro modo, fue positivo ver la respuesta de los profesores frente a la propuesta, especialmente en la introducción de nuevo conocimiento o abordaje conceptual, porque tuvieron la oportunidad de realizar lecturas grupales e individuales, ver y analizar videos, además dibujar, elaborar mapas conceptuales, construir preguntas y fundamentalmente mirar el contexto Ciudad-Escuela y reconocer la compleja relación de los elementos que componen como hábitat local. Por otra parte, los profesores no tenían conocimiento sobre los referentes teóricos sobre los cuales estaba fundamentada la experiencia de formación, de hecho resaltaban que lo ambiental en los centros educativos es gestionado por otros docentes generalmente del área de Ciencias Naturales y que no conocían el componente filosófico, ni apreciaban hasta ese momento la importancia de reconocer el contexto, las dinámicas sociales del entorno, las relaciones que se gestan en el afuera y que de una u otra forma dinamizan las puestas en marcha y la cotidianidad escolar.

En vista de que la etapa de estructuración del conocimiento se llevó a cabo con una salida de campo, los profesores se tomaban un tiempo para confrontar, mirar, respirar, conversar y para hacer lecturas que enfocaran la situación. Durante lo que se llamó la mirada, la experiencia y la propuesta, emergía el concepto de hábitat de la misma manera que habitar, habitación y habitante; las preguntas eran una constante: ¿a qué obedece el cambio y expansión de la ciudad en tan corto tiempo?, ¿cómo son los procesos de migración actuales?, ¿qué es el territorio en términos de conjugación con el medio social y biofísico?, ¿cómo afectan los procesos de expansión las identidades?, ¿donde está el límite entre lo rural y lo urbano?, ¿cómo se podría aplicar la sostenibilidad y la sustentabilidad en la ciudad?, ¿cuáles son las estrategias más viables para preservar la biodiversidad en la ciudad y sus alrededores?, ¿qué pasa con el Río Medellín?, ¿quiénes son nuestros estudiantes?, ¿cómo perciben los estudiantes su contexto?. Lo anterior, sugiere la pregunta como detonante de aprendizajes significativos.

En relación con lo anterior, Sauvé (2004) considera que la formación del profesorado en EA debe ser un proceso pensado para la acción pedagógica cotidiana, donde puedan convertirse en actores del desarrollo de una EA adaptada a las características particulares de su escuela y de su comunidad. Así mismo, en este caso, la convicción de los profesores por el trabajo en EA desde la perspectiva del territorio, de la comprensión de su complejidad y el reflejo en los procesos escolares, sin duda se refleja en los alumnos y aporta un grano de arena para la construcción de una cultura de paz, al integrar diferentes espacios y actores, diferentes perspectivas y reflexiones como las que en este caso estos 4 profesores construyeron en torno a sus propuestas, UEPS que como se muestra en la Tabla 3 les sirvieron como material de enseñanza:

Tabla 3. Caracterización de las UEPS generadas por los profesores.

Título	Soy mi hábitat	El valor de la biodiversidad: una mirada a la vida desde la perspectiva micro y ecosistémica	El suelo como espacio público resultado de múltiples tensiones
Área	Control de infecciones	Ciencias Naturales: Biología	Ética y valores
Contexto	Estudiantes de Educación Media modalidad salud, grado décimo.	Estudiantes de Educación Secundaria, grado noveno.	Estudiantes de Educación Secundaria, grados sexto y séptimo
Tiempo	40 horas	16 horas	16 horas
Objetivos	Favorecer en los estudiantes el reconocimiento de su cuerpo como un hábitat en interacción con el otro y lo otro, de manera que desarrollen posturas políticas-éticas-estéticas que permitan trascender a las tendencias consumistas actuales.	Favorecer situaciones formativas que permitan reconocer la diversidad biológica como trama de la vida en el hábitat local, para potenciar y favorecer la valoración de los seres vivos, no sólo desde el punto de vista biológico, si no también desde su rol social y cultural.	Fortalecer el proyecto ambiental escolar con una estrategia transdisciplinar que posibilite identificar, reconocer y comprender el suelo como hábitat y espacio público donde se tejen complejas relaciones y múltiples tensiones.

En consecuencia, los docentes debían proponer los temas para el planteamiento y caracterización de sus Unidades Didácticas, pero era tal la motivación y afán de poner en juego estos nuevos planteamientos en sus instituciones que aterrizaron en propuestas transdisciplinarias e innovadoras con los títulos referenciados en la Tabla 3. Finalmente, es importante priorizar en la formación y cualificación de maestros en temas ambientales, ya que se permean los procesos de enseñanza y aprendizaje y la gestión ambiental escolar por el principio de otredad, reconocimiento y validación del otro y de lo otro como visibles, presentes e interdependientes. Sin duda es necesario estimular la generación de procesos pedagógicos (reflexiones, contextualización, escritura, comunicación) que pongan en diálogo la comprensión del entorno cultural y el ecosistémico, además, donde se favorezcan aprendizajes, construcciones y reconstrucciones en torno a la escuela y al territorio como hábitat local, lo cual implica nuevos paradigmas, nuevas concepciones del mundo.

CONCLUSIONES

La experiencia de reconocer la ciudad para los docentes fue un laboratorio vivo, donde las calles, los rostros, los sonidos, las esquinas empezaban a manifestarse ante sus ojos, a contar historias, a plasmar vivencias, encuentros, sentimientos que sin duda alguna, permitieron la comprensión de esas tensiones entre la cultura y la naturaleza, además, pensar este asunto reflejado en las dinámicas escolares. Así mismo, la ciudad fue una excusa, por que sin duda alguna, el interés de este curso era dar sentido a la escuela, pero una escuela abierta, que se reconoce dentro de contextos dinámicos, plurales, amplios y globales.

REFERENCIAS

- Breilting, S. (1997). *Hacia un nuevo concepto de la educación ambiental*. Madrid: Carpeta informativa del CENEAM.
- Caride, J. y Meira, P. (2001). *Educación ambiental y desarrollo humano*. Barcelona: Ariel.
- Elliot, J. (1993). *El cambio educativo desde la investigación acción*. Madrid: Morata.

- Gutierrez, J. (1995). *La educación ambiental. Fundamentos teóricos, propuestas de transversalidad y orientaciones extracurriculares*. Madrid: Editorial La Muralla.
- Leff, E. (2007). *Saber Ambiental. Sustentabilidad Racionalidad Complejidad Poder..* Buenos Aires: Siglo XXI Editores.
- Moreira, M. (2010). *Unidades de enseñanza potencialmente significativas (UEPS)*. Porto Alegre: Instituto de Física UFRGS.
- Morín, E. (1990). *Introducción al Pensamiento Complejo..* España: Gedisa Editorial.
- Noguera, A. P. (2004). *El reencantamiento del Mundo: Ideas para la Construcción de un Pensamiento Ambiental Contemporáneo*. México: PNUMA/ORALC - Universidad Nacional de Colombia.
- Pedrinaci, E., y Caamaño, A. (2006). Ciencias para el mundo contemporáneo: ¿una materia para la participación ciudadana?. *Alambique*, 49, 9-19.
- Sauvé, L. (2004). *Una cartografía de corrientes en educación ambiental*. In Sato, Michèle, Carvalho, Isabel (Orgs). 2004. *A pesquisa em educação ambiental: cartografias de uma identidade narrativa em formação*. Porto Alegre: Artmed.
- Tilbury, D. (1995). Environmental education for sustainability: defining the new foco of environmental education in the 1990s. *Environmental Education Reserch*, 1 (2), 195-211.

Formación continua y desarrollo profesional docente mediante pasantías científicas: la enseñanza de habilidades científicas

Mardones-Arismendi, C.,¹ Martínez-Galaz, C.,¹ Carvajal-Salamanca,² J. L.

¹Magister en Didáctica de las Ciencias Experimentales. ²Instituto de Biología Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

c.mardones.arismendi@gmail.com

RESUMEN

Las pasantías científicas, generan una relación docente-científico acompañada de actualización de contenidos científicos, estratégicos, actitudinales y fortalecimiento de habilidades científicas intelectuales o prácticas. Estas habilidades son un requerimiento explícito del Ministerio de Educación chileno, en el marco curricular y estándares para carreras de pedagogía en ciencia y que los docentes deberían manejar durante su ejercicio profesional, sin embargo esto no siempre sucede. En este estudio de caso, de enfoque cualitativo, se planteó como objetivo indagar las pasantías científicas, como una instancia formativa continua del profesorado, promoviendo la enseñanza de habilidades científicas, en profesores de un establecimiento educacional chileno. La pasantía científica fue dirigida por un científico del área de la Ecología con trabajo de campo y laboratorio. Algunas habilidades y concepciones previas acerca de la enseñanza de la ciencia que declaran los profesores junto a las que desarrollan ellos durante esta instancia, permitió conocer la relación directa entre estas.

Palabras clave

Formación continua, pasantía científica, habilidades científicas.

INTRODUCCIÓN

Presentación

En la actualidad, Chile se encuentra en un proceso de estudio y análisis de la educación, existiendo una preocupación acerca de cómo mejorar la educación chilena y que los estudiantes sean un aporte real a la sociedad, conscientes de poder forjar un mejor futuro y en este contexto se ha entendido que el dominio de competencias y habilidades específicas es fundamental para lograrlo (Villagra, Vásquez, Navarrete, Vilugrón y Rubilar y Rubilar, 2014). Es así que el interés inicial de esta investigación comienza desde el ejercicio profesional docente y en conjunto con mis pares en el departamento de ciencias de mi escuela y una búsqueda e inquietud permanente de un aporte a la mejora en la educación científica chilena. Debido a esto, la interpretación de los significados atribuidos a las acciones y concepciones de los docentes sobre las competencias y habilidades científicas no es solo parte de una inquietud personal, sino también de mis pares docentes. El establecimiento educacional en el cual desarrollo mi profesión, está alineado con los requerimientos desde el ministerio de educación y el departamento de ciencias se ha planteado el desarrollo de competencias y habilidades científicas, como un plan de desarrollo colaborativo con todos los niveles y disciplinas científicas que pertenecen al colegio.

Por lo tanto existe y se presenta una necesidad real, en conjunto con una oportunidad concreta de investigación y de acción, para indagar a través de las pasantías científicas como proceso de formación continua, el conocimiento acerca de las habilidades científicas que los profesores tienen y declaran enseñar y desarrollar sus estudiantes, ya que según los estándares orientadores de un profesor egresado de la carrera de pedagogía en ciencias en Chile, ellos las deberían conocer y desarrollar.

En esta investigación se ha seleccionado el uso de pasantías científicas, y el conocimiento de como docentes nos aproximaremos a la experiencia de hacer y enseñar ciencia. Esta experiencia durante el desarrollo profesional docente puede producir un cambio en nuestra práctica docente, así como en la forma de hacer y enseñar ciencia. *“Consecuentemente el perfeccionamiento docente o formación continua, se concibe como una estrategia paliativa, destinada a suplir la falta de formación y las debilidades en el desempeño docente.”*(Álvarez, 2004)

Preguntas de Investigación

¿Las pasantías científicas son una instancia formativa que promueva la enseñanza de habilidades científicas?

¿Qué entienden los docentes por competencias, habilidades e investigación científica?

¿De qué manera se desarrolla un proceso de formación docente que promueva la enseñanza de habilidades científicas?

¿Cómo influye en los docentes realizar una pasantía científica como metodología de formación continua?

Objetivos

General

Indagar en las pasantías científicas como una instancia formativa del profesorado que promueve la enseñanza de las habilidades científicas

Específicos

- Conocer las concepciones previas de los profesores de ciencias acerca de competencias científicas, habilidades del pensamiento científico y la investigación científica
- Diseñar, Implementar y Evaluar una pasantía científica en función de las habilidades científicas que los profesores de ciencias enseñan a sus estudiantes.
- Estimular el trabajo colaborativo de los profesores del departamento de ciencias mediante el desarrollo de una pasantía científica

MARCO TEORICO

Formación Continua

La globalización y la revolución científica a nivel mundial, han modificado de manera considerable los sistemas tradicionales de educación y le han prestado mayor importancia a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, en Chile esta es una realidad presente, siendo necesario que realicemos una búsqueda por lograr un profesionalismo docente como por ejemplo charlas educacionales, cursos de capacitación, pasantías en el extranjero o talleres. Actividades que potencian y actualizan nuestros conocimientos en la disciplina así como en el que hacer docente. La importancia de seguir formándonos, de continuar en la búsqueda tanto en el ámbito disciplinar como pedagógico, nos hace valorar la instancia de reflexión a la hora de identificar nuestras falencias y fortalezas, buscando

mejorar nuestro desempeño. *“La formación permanente ha de apoyarse fundamentalmente en el análisis, la investigación, la reflexión y la intervención en la práctica pedagógica del profesor.”*(Imbernón, 1995)

Por lo tanto, debemos elegir un programa que se enfoque en nuestras necesidades como docentes, siendo un gran desafío la enseñanza de habilidades científicas, las cuales son un eje muy importante a trabajar con nuestros estudiantes y debido a esto buscamos herramientas que nos ayuden a comprender el proceso de enseñanza así como también el aprendizaje de estas mediante una experiencia significativa, como plantea (Contreras y Perez de Lara, 2010) en sus trabajos sobre la pedagogía centrada en la experiencia, existe la oportunidad de un acontecimiento en el que todos los profesores estén involucrados, así como un intercambio a partir de lo que cada uno ha ido adquiriendo en experiencias anteriores; desarrollando la búsqueda de nuevas metodologías, aprendizajes y respuestas que se lograrán mediante el diálogo entre pares, durante el profesionalismo docente.

Habilidades Científicas

Según el Ministerio de Educación chileno, las habilidades se refieren a las capacidades de ejecutar un acto cognitivo y/o motriz complejo con precisión y adaptabilidad a condiciones cambiantes. Las habilidades pueden ser del ámbito intelectual o práctico, y se refieren tanto a desempeños como a la realización de procedimientos basados en procesos rutinarios, o no rutinarios fundados en la búsqueda, la creatividad y la imaginación. *“Las habilidades promovidas por el currículum son especialmente aquellas que exigen elaboración de los sujetos y que constituyen la base del desarrollo de competencias y de la transferencia del conocimiento aprendido en el ámbito escolar a otros contextos.”* (MINEDUC, 2009)

Las habilidades científicas que el Ministerio de Educación da a conocer mediante el Marco Curricular y los Estándares orientadores para carreras de pedagogía en ciencias, con la ayuda del CPEIP (Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas) las cuales son las Habilidades científicas que los docentes de ciencias deberían manejar al finalizar su proceso de formación docente en pregrado. El año 2010 el Ministerio de Educación encargó la elaboración de estándares para egresados de carreras de Pedagogía, con el fin de servir de orientación a las instituciones formadoras de docentes respecto a aquellos conocimientos y habilidades fundamentales para ejercer un efectivo proceso de enseñanza. (MINEDUC, 2012)

Pasantías Científicas

En la búsqueda de encontrar algún programa que nos generen una experiencia significativa se encuentran las pasantías científicas, que generan una relación entre los docentes y el científico. *“permite establecer una cooperación entre el profesor de ciencias y el investigador, a la vez que se constituye en una instancia de fuerte actualización en contenidos científicos, estratégicos y actitudinales. En este sentido, la modalidad de pasantía para el profesor la entendemos como una estrategia intencional de comunidad de prácticas, que ofrece un contexto motivador para los docentes, al permitirle no solo poner en evidencia sus creencias y saberes, sino además confrontarlo.”*(Echeverriarza y Rivarosa, 2006)

En esta área, el profesor manifiesta un positivo aumento en el dominio de diferentes situaciones como en el planeamiento y búsqueda de información; el uso de varios métodos de observación; la comprensión y extracción de ideas principales; clasificar y evaluar la información, etc. habilidades trabajadas en el proceso de pasantía, generando que los

docentes del grupo que participaron de un programa de pasantía en el extranjero, en las destrezas anteriormente mencionadas, mejoraron entre el pre y postest. (Miranda, 2003)

METODOLOGÍA

Esta investigación está enmarcada en una metodología de investigación cualitativa, es un estudio de caso que pretende describir y analizar ideas, creencias, significados, conocimientos y prácticas de un grupo de profesores que enseñan ciencias experimentales y que participa de un programa de formación continua impulsado por el Ministerio de Educación de Chile en alianza con varias universidades. El programa de formación que se denomina Indagación Científica para la Educación en Ciencias (ICEC) se desarrolla a nivel nacional desde hace ocho meses y actualmente está en ejecución. Los participantes de la investigación son 33 profesores participantes de ICEC, que responden a un cuestionario para levantar concepciones acerca de las habilidades científicas; y posteriormente se profundiza en la investigación con la participación de 6 profesores ciencias, que realizan clases en establecimientos educacionales de la Región de Valparaíso de Chile y que participan de la instancia de Pasantía Científica.

Recogida de datos

Para generar el diseño de la pasantía científica, se tomó en cuenta las necesidades de los docentes estudiados, mediante un cuestionario de habilidades científicas con el fin de identificar las habilidades científicas de los profesores de ciencias, además de las concepciones previas acerca de competencias científicas, habilidades del pensamiento científico y la investigación científica. El cuestionario fue elaborado y posteriormente sometido a un proceso de validación de contenido mediante un juicio de expertos y aplicación a muestra piloto.

El cuestionario fue aplicado al conjunto de profesores participantes que cursan el programa ICEC. Posteriormente, en base a los resultados obtenidos del cuestionario, se diseñó la pasantía científica, que posteriormente solo cursan 6 profesores de ciencias.

La pasantía científica estuvo a cargo de un científico del área de la ecología acuática; junto a otros profesionales de la disciplina y del área de la didáctica de las ciencias. Este espacio, tuvo diferentes actividades tales como recolección de microorganismos acuáticos en terreno, utilización de instrumentos tales como redes de zooplankton, equipo multiparámetro para medición de variables ambientales, formulación de hipótesis, inferencias y predicciones, etc.

Así, la pasantía científica constó de dos instancias:

Trabajo de campo: En este proceso los docentes participan de una instancia práctica en donde junto al científico especializado en ecología acuática trabajan en diferentes actividades potenciando las habilidades científicas como recolectar, medir y registrar datos en forma adecuada y pertinente con la pregunta de investigación que se realizarán de acuerdo al tema seleccionado.

Laboratorio de Ciencias: Luego del trabajo de campo los profesores guiados por el científico trabajan con los datos obtenidos analizando e interpretando los datos y la evidencia obtenida durante el proceso de su investigación en la salida a terreno. Posteriormente, en la etapa de comunicación y escritura, existe la síntesis y comunicación de los datos y la discusión de los resultados obtenidos.

Durante las dos instancias se realizaron grabaciones de video y conversaciones informales con el profesorado, con la finalidad de recoger las percepciones de su experiencia en la

pasantía. Posteriormente, y una vez transcurrido 4 meses desde la segunda instancia de pasantía, se realizaron entrevistas en profundidad a los 6 profesores. Esas entrevistas aún están siendo analizadas y para efectos del presente trabajo, que se comunicará en septiembre del presente año, esperamos contar con los resultados de esta última etapa. También se ha proyectado visualizar el impacto de la pasantía científica en los docentes por medio de la observación de sus clases de ciencias. Durante el próximo mes de Junio se observaran al menos dos de sus clases para triangular la información acerca del impacto de las pasantías en su quehacer docente y en el desarrollo de habilidades científicas con sus estudiantes.

RESULTADOS

En relación a las concepciones que tienen los docentes acerca de las habilidades científicas, identificamos:

- a) que las habilidades científicas son imprescindibles en la enseñanza de las ciencias naturales, además de considerar que al diseñar actividades y tareas específicas estas se deben basar en la promoción de las mismas.
- b) Las habilidades que se identificaron como menos frecuentes de realizar por los profesores de ciencias fueron *elaborar predicciones e inferencias en base a una investigación científica o un problema científico*. Así también comunicar y comparar con otros sus ideas, observaciones, mediciones y experiencias de forma oral y escrita, y por medio de presentaciones, TIC, dibujos, entre otros

En relación a la instancia de pasantía, el profesorado reconoce que: Las habilidades científicas que declaran desarrollar en sus estudiantes, en comparación a las que ellos mismos trabajaron en la pasantía, tienen diferentes grados de profundidad. Perciben que los logros alcanzados en las dos instancias de pasantía y de las habilidades desarrolladas son mayores a las que ellos mismos trabajan con sus estudiantes en las clases de ciencias.

Las figuras 1 y 2 representan los resultados para las concepciones que tienen los profesores de ciencias acerca de la enseñanza de las ciencias y también la frecuencia con la que los docentes declaran promover diferentes habilidades científicas.

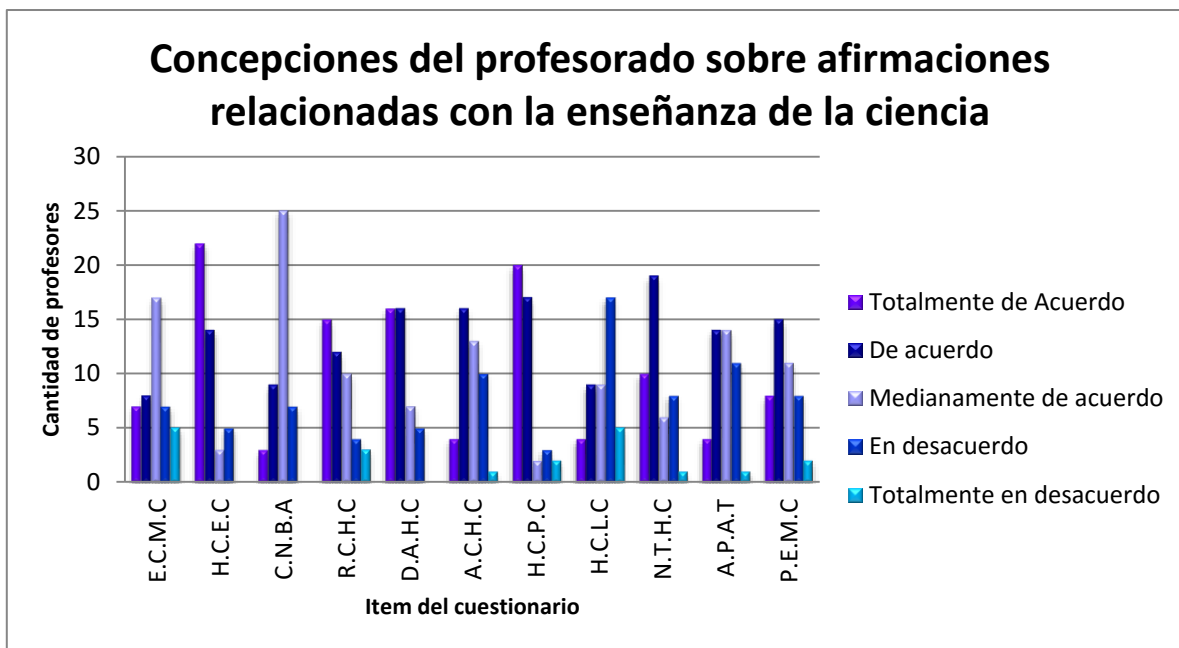


Figura 1. Concepciones del profesorado acerca de la enseñanza de las ciencias en relación con las habilidades científicas. Las siglas en el eje X, tienen el siguiente significado: E.C.M.C = enseñanza de las ciencias cada tema siguiendo el método científico. H.C.E.C = habilidades científicas son imprescindibles en la enseñanza de las ciencias naturales. C.N.B.A = ciencias naturales es más importante poseer una buena actitud. R.C.H.C = relación entre conocimientos, capacidades y habilidades científicas. D.A.H.C = diseñar actividades en función de las habilidades científicas. A.C.H.C = el aprendizaje de las ciencias acerca de las habilidades científicas. H.C.P.C = habilidades científicas potencian el pensamiento crítico. H.C.L.C = habilidades científicas son efectivas en el laboratorio de ciencias. N.T.H.C = nuevas tecnologías pueden ser efectivos para la aplicación de las habilidades científicas. A.P.A.T = actividades prácticas deben para comprobar los aspectos teóricos. P.E.M.C = planificación de la enseñanza, lo más adecuado es utilizar unidades didácticas.

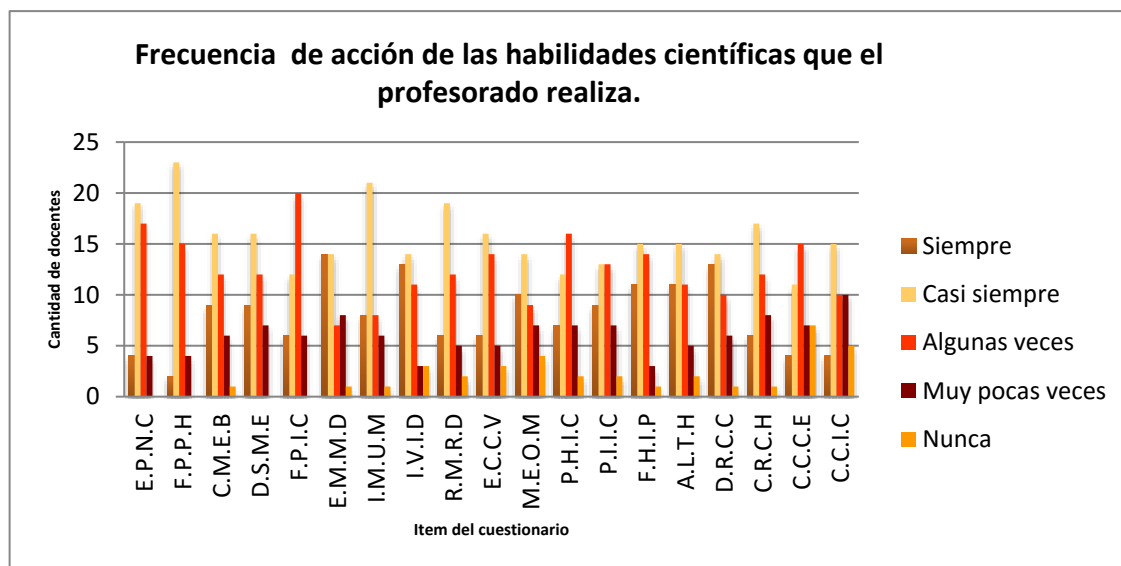


Figura 2. Habilidades científicas que el profesor declara desarrollar en sus estudiantes. Las siglas en el eje X, tienen el siguiente significado: E.P.N.C = Estrategias pedagógicas basadas en su comprensión de las nociones fundamentales de las ciencias naturales. F.P.P.H = Formula preguntas y plantea hipótesis para manifestar fenómenos de la naturaleza. C.M.E.B = conocimientos matemáticos y estadísticos básicos. D.S.M.E = diseña o selecciona modelos y/o experimentos F.P.I.C = formula preguntas que pueden responderse a través de una investigación científica. E.M.M.D = elabora modelos, mapas y diagramas. I.M.U.M = instrumentos de medición, especificando las unidades de medida. I.V.I.D = identificar variables independiente(s), dependiente(s) y/o control. R.M.R.D = recolecta, mide y registra datos en forma adecuada. E.C.C.V = elabora conclusiones que pueden considerarse válidas M.E.O.M = usa materiales e instrumentos para hacer observaciones y mediciones. P.H.I.C = plantea una hipótesis base a una investigación científica. P.I.I.C = predicciones e inferencias en base a una investigación científica. F.H.I.P = formular una hipótesis, una inferencia y una predicción. A.L.T.H = analizar una ley, teoría e hipótesis identificando su importancia. D.R.C.C = distinguir entre resultados y conclusiones al momento de analizar casos concretos. C.R.C.H = coherencia entre resultados, conclusiones, hipótesis y procedimientos en investigaciones. C.C.C.E = comunica sus conclusiones a la comunidad escolar. C.C.I.C = comunica y compara con otros sus ideas.

CONCLUSIONES

1. Los docentes perciben que las pasantías científicas son una instancia efectiva para el desarrollo de habilidades durante un proceso de formación continua. Esta experiencia les sirve para hacer transferencias a su práctica y para abordar el desarrollo de habilidades junto a sus estudiantes en las clases de ciencias.
2. Los docentes declaran su interés por realizar más cantidad de actividades prácticas con sus estudiantes.
3. Valoran la importancia de las ciencias a través de la investigación científica, así como la interacción de compartir su quehacer docente con un científico. Reconocen que esta aproximación al mundo de la investigación les sirve para desmitificar el trabajo de los científicos, y tomar algunos elementos propios de la naturaleza de la ciencia y de cómo se construye nuevo conocimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, F. (2004). Perfeccionamiento docente e identidad profesional. *Profesión docente*, 24.

Contreras, J. y Perez de Lara, N. (2010). La experiencia y la investigación educativa. In Morata (Ed.), *Investigar la experiencia educativa* (pp. 21 – 86). España.

Echeverriarza, M. y Rivarosa, A. (2006). Las pasantías del docente de ciencias como estrategia de formación y desarrollo profesional. *Educação* 60(3), 469 - 487.

Imbernón, F. (1995). La Formación y el Desarrollo del Profesorado. Formación Espontánea – Formación Planificada. *Encuentro: revista de investigación e innovación en la clase de idiomas*, 8, 12 – 33.

MINEDUC. (2009). *Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Básica y Media* (R. d. C. Ministerio de Educación Ed.).

MINEDUC. (2012). *Estándares Orientadores para Carreras de Pedagogía en Educación Media*. Chile.

Miranda, C. (2003). El pensamiento crítico en docentes de educación general básica en Chile: Un estudio de impacto. *Estudios Pedagógicos* 29, 39 – 54.

Villagra, C., Vásquez, C., Navarrete, G., Vilugrón, D. y Rubilar, E. (2014). Las habilidades de pensamiento científico que promueven los textos de estudio de Ciencias Naturales de Quinto Año Básico, un estudio de caso de Chile. *Estudios y experiencias en Educación*, 13, 1 – 65.

Creencias de profesorado de secundaria en formación inicial sobre su papel en el aula de ciencias

Martín, C., Prieto, T.

Departamento de Didáctica de la Matemática, las Ciencias Sociales y las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga.

cmartin17@us.es

RESUMEN

Lo que el profesorado cree y piensa representa un factor muy importante en el desarrollo de las propuestas del currículo en el aula, y además resultan ser elementos fundamentales en los que apoyarse para promover procesos de cambio desde su formación. Por ello, en este trabajo se pretende indagar en las creencias de un grupo de 30 profesores de secundaria en formación inicial sobre el papel que desempeñarían en el aula ciencias. Para ello, se diseñó un test que se estructuró en dos partes, una conformada por preguntas cerradas tipo Likert, y otra por preguntas abiertas. El análisis del conjunto muestra una concepción del papel del profesorado acorde con un modelo tradicional, basado en la transmisión de conocimiento a su alumnado y donde la actividad del alumnado siguiendo su iniciativa propia y la guía del profesorado pasa a un plano muy secundario.

Palabras clave

Creencias; Formación inicial; Papel del profesorado; Profesorado de ciencias; Problemas socio-científicos.

INTRODUCCIÓN

La comunidad científica reconoce ampliamente que el estudio de lo que el profesorado cree y piensa influye en lo que hace en el aula, y representa un factor muy importante en el desarrollo de las propuestas del currículo. Por ello, esta problemática se ha convertido en una de las líneas de investigación en didáctica de las ciencias de más importancia en la actualidad (Martín, Prieto y Jiménez, 2015; Mellado, 2001; Porlán, Azcárate, Martín del Pozo, Martín y Rivero, 1996; Porlán y Martín del Pozo, 1996, 2004 y 2006;).

Numerosos autores (Porlán y Martín del Pozo, 2004; Salinas, Cudmani y Jaén, 1995; Solís y Porlán, 2003) reconocen la enorme influencia que las creencias de los profesores tienen en sus percepciones, sus juicios y su comportamiento en el aula, y por ello sostienen que son razones sobradas que justifican la necesidad de identificarlas, reflexionar sobre ellas, comprenderlas y tomar conciencia de los aspectos tácitos y no conscientes que llevan con ellas.

Además, estas investigaciones también han puesto suficientemente de manifiesto que el profesorado, tanto en ejercicio como en formación inicial, posee ideas inadecuadas y tradicionales sobre la enseñanza de las ciencias (Fuentes, García y Martínez, 2009), y, por tanto, es imprescindible identificarlas para promover posturas más actuales e innovadoras en las ideas didácticas iniciales del profesorado.

Estas razones nos han llevado a plantearnos la necesidad de que el futuro profesorado de ciencias disponga de una visión amplia sobre el papel que deben desempeñar en el aula, considerando que deben actuar como agentes educativos para generar cambios en la sociedad (DeBoer, 2011). Estos cambios son coherentes con una enseñanza de las ciencias donde la multiplicidad de soluciones, la controversia y la ética tienen un protagonismo importante (Hodson, 2003).

Por todo ello, en este trabajo se pretende indagar en este sentido, y conocer las creencias de un grupo de profesorado de ciencias en formación inicial sobre su papel a desempeñar en el aula ciencias. Pensamos que estas creencias representarán “concepciones movilizadoras” en las que es necesario apoyarse si deseamos promover procesos de cambio a partir de la toma de conciencia de los obstáculos profesionales (Ballenilla, 2003; Martínez *et al.*, 2001).

OBJETIVOS Y PARTICIPANTES

El estudio, que se ha llevado a cabo, ha partido de la consideración de que los modernos enfoques de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias tienen que pasar por procesos complejos para que uno de sus primeros receptores, el profesorado de ciencias, los hagan suyos. Estos enfoques se encuentran en el territorio de los resultados de la investigación didáctica (Bybee y Fuchs, 2006; Chiu y Duit, 2011; Colucci-Gray, Camino, Barbiero y Gray, 2006) y en grandes documentos generales que describen el estado de la cuestión y emiten recomendaciones (OCDE, 2002; UNESCO, 1993 y 1994).

Bajo esa consideración, nos hemos centrado en el profesorado de ciencias en formación inicial para estudiar la manera en que responden a las propuestas educativas más novedosas sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, más concretamente a su papel dentro del aula. Por ello, en este trabajo tratamos de dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son las creencias del profesorado de ciencias en formación inicial sobre el papel que deben desempeñar en el aula?

El estudio se ha llevado a cabo en el contexto del “Máster Universitario de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas” en las especialidades de “Física y Química” y “Biología y Geología”. Fueron un total de 30 participantes, 13 de ellos cursando la especialidad de “Física y Química”, y 17 la de “Biología y Geología”. El grupo estuvo compuesto por 17 mujeres y 13 hombres, con edades comprendidas entre los 22 y los 45 años.

METODOLOGÍA

El estudio que aquí se presenta forma parte de una investigación más amplia, realizada durante el programa de formación inicial del profesorado de ciencias (“Máster Universitario de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas”, de las especialidades de Física y Química y Biología y Geología). En ella, se pretendía conocer la evolución de un grupo de profesores de ciencias en formación respecto a su concepción sobre la enseñanza de las ciencias en relación a distintos aspectos (la enseñanza de las ciencias en la actualidad; las propuestas curriculares; los contenidos a enseñar; el papel del profesorado; la metodología de enseñanza; y el papel de los libros de texto). Para ello, se diseñó un test, de elaboración propia a partir de la exploración cualitativa de la bibliografía seleccionada (Creswell y Plano-Clark, 2007), que fue estructurado en dos partes: una consistente en preguntas cerradas tipo Likert (Martín, Prieto y Lupión, 2014), y otra formada por

preguntas abiertas, contextualizadas en el tratamiento que un libro de texto anónimo propone para el tema de la energía en 2º de ESO.

Lo que en este trabajo se presenta incide en el aspecto relacionado con su concepción y creencias sobre el papel del profesorado, y los ítems de la primera parte del cuestionario que abordaban este aspecto se presentan en el cuadro 1. Ante cada uno de ellos, los participantes debían de mostrar su grado de acuerdo en un rango de respuesta comprendido entre 1-4, para así, enfrentar a los participantes con determinadas ideas que les permitían ponerse en la piel de un profesor/a, y manifestar su grado de aceptación de determinadas maneras de proceder en la enseñanza.

- 1.- Para ser un buen profesor/a es suficiente el conocimiento de la disciplina a enseñar y tener vocación docente.
- 2.- Para enseñar bien, el profesorado debe seguir estrictamente el libro de texto sin desviarse de él.
- 3.- Para el alumnado, no existe ninguna otra actividad capaz de sustituir a una buena explicación del profesor.
- 4.- Una cosa es el conocimiento académico y otra el conocimiento para actuar en la vida diaria. Enseñar ciencias tiene más que ver con el primero que con el segundo.
- 5.- Como profesor, me preocuparía no poder cubrir todo el contenido del currículo por haber implementado un enfoque basado en problemas reales.

Cuadro 1.- Ítems sobre el papel del profesorado. Parte cerrada del cuestionario

Con la afirmación nº 1 pretendemos conocer si el profesorado de ciencias en formación comparte la creencia, tan extendida entre el profesorado de ciencias en ejercicio, de que para enseñar ciencias lo único necesario es el conocimiento científico de la disciplina a enseñar, dejando de lado al conocimiento didáctico que hay que tener de la misma. Esta proposición va en la línea de apreciar el grado de arraigo, en los participantes, del modelo tradicional de la enseñanza de las ciencias.

Respondiendo al ítem nº 2, buscamos que los participantes nos muestren indicios del grado de importancia que le otorgan al libro de texto como recurso didáctico. Estas respuestas nos permitirán hacernos una idea sobre si se encuentran cercanos a un profesorado caracterizado por usar el libro de texto sin apenas salir de su contenido.

Mediante el ítem nº 3 pretendemos poner de manifiesto el grado de importancia otorgado a la metodología expositiva-explicativa del profesor. Un grado de acuerdo muy alto en este ítem sería un indicio de la creencia de que otro tipo de acciones, más novedosas e innovadoras, no generarían los aprendizajes requeridos.

Sobre la afirmación nº 4, los participantes deberán posicionarse y mostrar su grado de acuerdo sobre la enseñanza de las ciencias según el modelo tradicional, más relacionado con la enseñanza de conceptos de naturaleza puramente científica, para desenvolverse en el mundo académico, y más alejado de buscar aplicabilidad a esos conocimientos para actuar en la vida diaria.

Con el ítem nº 5 pretendemos poner de manifiesto si la concepción de los participantes sobre el papel del profesorado está cercana al modelo más innovador, a través de su aceptación del enfoque de enseñanza centrado en problemas reales.

Por otro lado, para recabar posibles matices en las creencias de los participantes se planteó la siguiente pregunta en la parte abierta del cuestionario:

Dada la actividad nº 18 en el texto, que dice: “Explica a qué se puede deber que el desarrollo económico de zonas del planeta no industrializadas aumente las necesidades energéticas”.

Analízala teniendo en cuenta: a) Si es pertinente o no para promover la conciencia sobre el problema de la energía; b) ¿Cómo les puede ayudar su profesor?

Esperamos que, en las respuestas a estas preguntas, los participantes pongan de manifiesto los tipos de aprendizajes a los que otorgan mayor importancia, a partir del análisis de una actividad que podríamos catalogar como de Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (CTSA). Pretendemos que aporten analicen la conveniencia o no de la actividad propuesta, y que pongan de manifiesto en qué medida reconocen las oportunidades que éstas ofrecen, tanto de aprendizaje para el alumnado al realizarlas, como para el profesorado al aplicarlas.

RESULTADOS

Los resultados a las respuestas en la primera parte del cuestionario se presentan en la tabla 1.

Opciones	Ítem 1	Ítem 2	Ítem 3	Ítem 4	Ítem 5
Muy de acuerdo	2	0	3	1	3
De acuerdo	6	0	3	5	11
En desacuerdo	15	6	13	19	13
Muy en desacuerdo	7	24	11	5	3

Tabla 1. Frecuencia de respuesta para cada uno de los ítems de la parte cerrada del cuestionario.

Sobre la afirmación nº1, el hecho de que 22 participantes se muestre en desacuerdo y muy en desacuerdo, indica una buena disposición de partida. No obstante, es preciso prestar una atención especial a un grupo de 8 participantes, en los que parece pervivir la idea recogida en el ítem. Se trata de un grupo en el que se pueden encontrar los participantes menos predisuestos a considerar el conocimiento didáctico del contenido.

En las respuestas ante el ítem 2 (tabla 1), se puede apreciar que la tendencia más innovadora es mayoritaria. En efecto, 24 participantes se muestran “Muy en desacuerdo” con esta afirmación, que, unidos a los restantes ubicados en el desacuerdo, nos muestran que la idea de que el profesorado deba de utilizar otros recursos, además del libro de texto, aparece plenamente aceptada.

Las respuestas ante el ítem nº 3 resultan a favor de la innovación. Así, 24 participantes se muestran “Muy en desacuerdo” o “En desacuerdo”. En este sentido, se aprecia una disposición abierta a considerar la figura del profesor/a como una guía y un colaborador/a en el proceso de aprendizaje de los principales protagonistas: el alumnado. No obstante, es preciso tener presente a ese grupo de 6 participantes.

En el caso del ítem nº 4 (tabla 1), se hace una alusión directa a la importancia de enseñar aquellos aspectos de ciencias necesarios para actuar en el entorno más cotidiano. Se observa como 24 de los participantes se posicionan favorablemente, ya sea muy de

acuerdo (5), o de acuerdo (19). Se aprecia, igualmente, un grupo de mayor reticencia, sobre el que habría que dedicar una atención específica en el sentido de hacerles ver la conveniencia de acercar los contenidos científicos a la vida diaria del alumnado.

Ante la afirmación nº 5, la tendencia más innovadora es la que se manifiesta en menor medida, con una frecuencia de sólo 3. Esto significa que, para un gran número de ellos (14), sería preocupante alejarse de abarcar el temario completo, a favor de innovaciones y profundizaciones necesarias en otros aspectos. En estos casos, se suele manifestar la idea de que un enfoque basado en problemas reales es algo fuera de temario y que no les permitiría abordar todos los contenidos previstos en la asignatura.

Las respuestas a la pregunta abierta formulada han sido analizadas separando cada una de las mismas en las dos partes que la componen, apartados a y b. Respecto al primer apartado, las respuestas pueden clasificarse en tres tipos: a) Respuestas afirmativas, que consideraban pertinente la actividad planteada (17 participantes); b) Respuestas negativas, que manifestaban su desacuerdo con la actividad (7 participantes); y c) Respuestas que no se manifestaban ni a favor o en contra sobre la pertinencia de la actividad (6 participantes).

Los participantes que se posicionaron a favor argumentaron en dos direcciones:

- Pertinentes porque abordan los aspectos políticos y económicos del problema (10 participantes): *“Si es pertinente, ya que la industrialización conlleva un consumo energético asociado. Una cultura energética responsable evita despilfarros producidos por nuestro desarrollo tecnológico.”* (Participante 18)
- Pertinentes porque se genera reflexión y conciencia sobre las necesidades energéticas de otros países (7 participantes): *“Es pertinente que el alumno sea consciente de los problemas que tienen lugar en el planeta en el que vive.”* (Participante 20)

Los participantes que se manifestaron en contra de la pertinencia de la actividad, aportaron dos tipos de argumentos para justificar su opción:

- No pertinente por la complejidad que entraña (4 participantes): *“Yo creo que esa pregunta no es pertinente por el grado de dificultad que conlleva el enunciado para alumnos de esa edad”* (Participante 27)
- No pertinente por no tratar los aspectos importantes del tema (3 participantes): *“No. Porque le das más importancia a la energía y a los problemas asociados, se relaciona la explotación energética con el desarrollo económico.”* (Participante 28)

El análisis de las respuestas al apartado b de la pregunta generaron las categorías no excluyentes recogidas en la tabla 2. Como se muestra en dicha tabla, la mayoría de los participantes (21) menciona la explicación del profesorado como una de las acciones que éste debe realizar dentro del desarrollo de la actividad por parte del alumnado. Para 15 de ellos, es la única acción que incluyen en su respuesta.

Consideramos que, tras este tipo de respuestas, se esconde una concepción del papel del profesorado acorde con un modelo tradicional, basado en la transmisión de conocimiento a su alumnado. Este hecho, además, se corrobora con escasas alusiones encuadrables en el resto de las categorías, en las que se alude a determinadas acciones del profesorado que ayuda y guía al alumnado en su propio aprendizaje mediante la reflexión continua.

Categorías	Frecuencia	Ejemplo de respuesta
Explicaciones por parte del profesorado de conceptos o situaciones relacionadas	21	<i>“El profesor debe comenzar definiendo los conceptos difusos, aclarando la diferencia entre unas zonas y otras. [...]” (Participante 6)</i>
Proporcionar datos o información complementaria	7	<i>“[...] Facilitándoles datos reales sobre el gasto de energía en zonas industrializadas y no industrializadas.” (Participante 11)</i>
Plantear interrogantes y propiciar el debate	6	<i>“[...] guiar su razonamiento planteando preguntas simples relacionadas con el tema que les hagan deducir conclusiones al mismo.” (Participante 5)</i>

Tabla 2. Categorías de respuestas, frecuencia y ejemplos de las mismas ante lo que se plantea en el apartado b de la pregunta abierta.

CONSIDERACIONES FINALES

A la vista de los datos de la parte cerrada del cuestionario, se puede apreciar en un número importante de participantes una tendencia o disposición de partida con cierto carácter innovador en cuanto al papel que debe adoptar un profesor en el aula de ciencias. Sin embargo, las respuestas a las preguntas de la parte abierta del cuestionario no muestran la misma tendencia. En ellas se observa una gran presencia de una creencia relativa a: “el profesorado es el principal protagonista, y el centro en el proceso de aprendizaje del alumnado”. Consideramos que en este profesorado en formación, lo que existen son ciertas dudas, vacilaciones y dificultades relativas no tanto a llevar al aula ciertos aspectos innovadores, sino a la dificultad o desconocimiento que se pueda atribuir a la forma de hacerlo.

Esta situación desemboca en la puesta en práctica de un modelo de enseñanza, en el cual, se concibe que el papel fundamental del profesorado es el de transmitir conocimiento, y que la actividad del alumnado siguiendo su propia iniciativa está en un plano muy secundario.

Bajo este pensamiento, se optaría por una enseñanza de las ciencias, donde la multiplicidad de soluciones, la controversia y la ética estarían excluidas (Hodson, 2003), y por tanto, estarían muy alejados de desempeñar el papel como agentes educativos para generar un cambio en la sociedad (DeBoer, 2011).

Por ello, es necesario actuar desde su formación inicial potenciando su reflexión para asumir que la adopción de enfoques más actuales, como el tratamiento de problemas socio-científicos, donde el protagonismo en el aprendizaje recae en el alumnado en mayor medida, no representa el abandono del aprendizaje de los conceptos científicos. Es importante que comprendan que la enseñanza de las ciencias debe ser abordada desde un área en la que conviven múltiples disciplinas, sobre las cuales ellos tienen que realizar la integración (Pedretti, Bencze, Hewitt, Romkey y Jivraj, 2008).

Para ello, proponemos que el diseño y desarrollo de su formación inicial esté guiado por el objetivo de que los participantes reflexionen sobre el papel del profesorado de ciencias, especialmente, que analicen y comparen las opciones más innovadoras (p. e. aquellas centradas en potenciar los contenidos procedimentales y actitudinales mediante la

observación y el análisis de problemas socio-científicos), con las opciones más centradas, en exclusiva, en la transmisión/recepción de los contenidos científicos en forma de hechos, datos y definiciones, que el alumnado ha de asimilar (Silveira, García y Martínez, 2009).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ballenilla, F. (2003). *El practicum en la formación inicial del profesorado de Ciencias en la Enseñanza Secundaria*. Alicante: Liber libro.Com

Bybee, R. W. y Fuchs, B. (2006). Preparing the 21st Century Workforce: A New Reform in Science and Technology Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 43 (4), 349-352.

Chiu, M-H. y Duit, R. (2011). Globalization: Science Education from an International Perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 48 (6), 553-566.

Colucci-Gray, L., Camino, E., Barbiero G., y Gray, D. (2006). From Scientific Literacy to Sustainability Literacy: An Ecological Framework for education. *Science Education*, 90 (2), 227-252.

Creswell, J. W. y Plano-Clark, V. L. (2007) *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications

DeBoer, G. E. (2011). The Globalization of Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 48 (6), 567-591.

Fuentes, M. J., García, S., y Martínez, C. (2009) ¿En qué medida cambian las ideas de los futuros docentes de Secundaria sobre qué y cómo enseñar después de un proceso de formación? *Revista de Educación*, 349 (2), 269-294.

Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25 (6), 645-670.

Martín, C., Prieto, T. y Jiménez, M.A. (2015). Tendencias del profesorado de ciencias en formación inicial sobre las estrategias metodológicas en la enseñanza de las ciencias. Estudio de un caso en Málaga, *Enseñanza de las ciencias*, 33 (1), 167-184.

Martín, C., Prieto, T. y Lupión, T. (2014). Profesorado de ciencias en formación inicial ante la enseñanza y aprendizaje de las ciencias: ¿perfil innovador o tradicional? *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación de Profesorado*, 17 (1), 149-163.

Martínez, M., Martín, R., Rodrigo, M., Varela, M. P., Fernández, M. P. y Guerrero, A. (2001). ¿Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), 67-87.

Mellado, V. (2001). ¿Por qué a los profesores de ciencias nos cuesta tanto cambiar nuestras concepciones y modelos didácticos? *Revista Interuniversitaria de formación del Profesorado*, 40 (1), 17-30.

OCDE (2002). Definition and Selection of Competences (DeSeCo): Theoretical and conceptual foundations. Consultado el 21 de diciembre de 2010 de <http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseco/en/index/02.html>.

Pedretti, E. G., Bencze, L., Hewitt, J., Romkey L. y Jivraj, A. (2008). Promoting Issues-based STSE Perspectives in Science Teacher Education: Problems of Identity and Ideology. *Science and Education*, 17 (8), 941-960.

Porlán, R., Azcárate, P., Martín del Pozo, R., Martín, J. y Rivero. A. (1996).

Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores: fundamentos y principios formativos. *Investigación en la Escuela*, 29 (2), 23- 38.

Porlán, R. y Martín del Pozo, R. (1996). Ciencia, Profesores y Enseñanza: Unas relaciones complejas. *Alambique*, 8 (2), 23-32.

Porlán, R. y Martín del Pozo, R. (2004). The conceptions of inservice and prospective primary school teachers about the teaching and learning of science. *Journal of Science Teacher Education*, 15 (1), 39-62.

Porlán, R. y Martín del Pozo, R. (2006). «Alambique» 1996-2006. ¿Cómo progresa el profesorado al investigar problemas prácticos relacionados con la enseñanza de la ciencia? *Alambique*, 48 (1), 92-99.

Salinas, J., Cudmani, L. C. y Jaén, M. (1995). Las concepciones epistemológicas de los docentes en la enseñanza de las ciencias fácticas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 17 (1), 55-61.

Silveira, M. J., García, S. y Martínez, C. (2009) ¿En qué medida cambian las ideas de los futuros docentes de Secundaria sobre qué y cómo enseñar, después de un proceso de formación? *Revista de educación*, 349 (2), 269-294.

Solís, E. y Porlán, R. (2003). Las concepciones del profesorado de ciencias de secundaria en formación inicial: obstáculos o punto de partida. *Investigación en la Escuela*, 49 (1), 5-22.

UNESCO. (1993). *International forum on scientific and technological literacy for all*. Final report. Paris: Author.

UNESCO. (1994). *The way forward—STL for all*. Paris: Author.

Evidencia de un aprendizaje basado en contexto que promueve la modelización del cambio químico

Moraga, S., Izquierdo, M.

*Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales.
Universidad Autónoma de Barcelona.*

sylvia_moraga@hotmail.com

RESUMEN

Esta comunicación presenta los análisis de una actividad científica escolar que forma parte de una investigación que se realiza sobre el diseño de una propuesta curricular interdisciplinaria de las ciencias para la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO) basada en contexto y que promueve la modelización.

La actividad analizada basada en contexto de “Los seres Vivos”, se inicia con una pregunta: ¿Cómo es el material que forma a los seres vivos?

Pregunta que induce a llevar a cabo una actividad experimental con un material vivo, la lechuga y a responder por escrito o a través de dibujos y/o representaciones gráficas algunas preguntas formuladas de manera que incidan en el significado de la actividad que han llevado a cabo.

Al analizar sus comunicaciones identificamos que adquieren sentido de propiedad de su propio aprendizaje, construyendo su modelo de cambio químico, lo que implica que la capacidad de modelización es fuertemente dependiente del contexto.

Palabras Claves: Enseñanza basada en Contexto, modelización y actividad científica escolar

INTRODUCCIÓN

La secuencia de enseñanza y aprendizaje (SEA) basada en contexto que se analiza en esta investigación, forma parte de un Proyecto Curricular que es desarrollada por el Departament de Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències, UAB y el Centre de Documentació i Experimentació en Ciències i Tecnologia del Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya.

Se denominada “Pensament Científic a l'ESO, Ciències 12-15”. Esta propuesta se está implementando y experimentando en ocho establecimientos educacionales ubicados en la comunidad de Cataluña en las ciudades de Barcelona, La Garriga, Mataró, Badalona, Sitges, Santa Coloma de Gramanet y Rubí.

Con este proyecto se busca promover en una amplia cantidad de estudiantes de secundaria el pensamiento abstracto teórico propio de las ciencias mediante estrategias como el uso de las narrativas, la interdisciplinariedad, la modelización, la experimentación, la metacognición y el lenguaje multimodal.

Se enmarca en la idea de una “ciencia para todos” y en los retos importantes que hoy en día plantea la enseñanza de las materias científicas sobre todo la educación científica obligatoria (hasta los 16 años).

La finalidad de esta etapa, es proporcionar los conocimientos básicos de ciencias que deben permitir interpretar los fenómenos del mundo físico, químico y biológico desde una perspectiva experimental y fundamentada en las teorías científicas.

Los alumnos ven los fenómenos de manera holística y todavía no disciplinar pero, sin embargo, estos fenómenos no pueden interpretarse sin las disciplinas (Izquierdo, 2013).

Por ello, el diseño de la enseñanza no se puede limitar a hacer accesibles los conceptos de las disciplinas, a base de simplificarlos, sino que la tarea es **dar a conocer diversos fenómenos de la naturaleza, de la vida, de la sociedad etc.**

Es por ello, planificar los contenidos teóricos a través de las (SEA) en contexto, donde se diseñen actividades (experimental, imaginativa, lingüística) en base ‘buenas preguntas’ (Roca, 2008).

Permitirá a los estudiantes responderlas, iniciando un proceso de ‘modelización’ del fenómeno desde la perspectiva de las diferentes disciplinas científicas para llegar a adquirir los lenguajes y formas de representación propias de ellas pero con significado en su mundo, en un contexto determinado.

Las actividades por tanto, se han diseñado con la intención de que la actividad experimental que los alumnos desarrollan se convierta, para ellos, en un ‘caso químico’ que podrá encajarse en un Modelo de Cambio Químico; es decir, según un proceso de modelización que sustenta una actividad científica genuina.

Las reglas fundamentales que guían la actividad química de Izquierdo, (2004) se incorporarán poco a poco en la actividad del estudiante, donde sus modelos teóricos serán simples al inicio del aprendizaje y se harán más complejos a medida que se conozcan más hechos que explicar logrando así la construcción de su modelo de cambio químico.

Para ello, los alumnos deberán tener en cuenta estas ‘reglas’ de funcionamiento de los fenómenos químicos y respetarlas. Estas reglas son la conservación de la masa y las proporciones constantes en la interacción química. (Moraga, 2013).

MARCO TEÓRICO Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación se fundamenta en aportaciones de la literatura de didáctica de las ciencias referentes al diseño de secuencia de enseñanza y aprendizaje que promuevan una actividad genuina en los alumnos (Linjse et al., 2004); para ello, deben ser ‘en contexto’ (Gilbert, 2006) y promover un proceso de ‘modelización’ (Erduran, 2002).

Se pone en evidencia la gran diferencia que existe entre las disciplinas científicas con sus propios lenguajes y símbolos de gran carga teórica y práctica pero poco comprensibles para los alumnos, que corresponde al modelo teórico de las ciencias (MTC) y el modelo teórico de la ciencia escolar (MTCE) el que desarrolla el estudiante durante su proceso de formación. Esta distancia es la que el diseño de las secuencias de enseñanza y aprendizaje basadas en contexto y que promueva la modelización debería eliminar o aproximar (Izquierdo 2013)

La actividad científica escolar que desarrollan los estudiantes (ver anexo N°1) forma parte de una SEA con la que los alumnos deben aprender las bases de la biología, desarrollando los experimentos que se les propone en el marco del modelo “ser vivo”.

La actividad parte de una pregunta ¿De qué está hecha la lechuga? que no corresponde a la biología sino a la química; con ella los alumnos tienen un primer contacto con esta disciplina, pero lo hacen en un contexto multidisciplinar: la biología y la química contribuyen a dar significado a la actividad que desarrollan.

En el análisis que presentamos nuestra pregunta de investigación se concreta de la manera siguiente: **¿Qué modelo de cambio químico que los estudiantes de 1° de ESO elaboran a partir de su actividad química en un contexto biológico?**

METODOLOGÍA

Usamos una metodología cualitativa realizando un estudio de caso interpretativo. La actividad química se desarrolló introduciendo un enfoque sistémico modelizador e interdisciplinar, con debates en clase y puestas en común que nos proporcionaron datos relativos al contexto de la actividad.

Diseñamos un instrumento (ver Tabla. N°1) que consistió en un cuestionario de cinco preguntas basado en las ideas fundamentales del modelo del cambio químico (Izquierdo 2006) que se presenta en el anexo N°2. Las preguntas se redactaron considerando las características de las buenas preguntas elaboradas por Roca (2008). Se incluye una pregunta donde deben dibujar o esquematizar el modelo de cambio químico que construyeron.

Para el análisis de las respuestas obtenidas en los textos (argumentos e historias) se utilizaron redes sistémicas y para la pregunta relacionada con las representaciones ya sea en esquemas y/o dibujos se utilizaron las categorías propuestas por Kress (2006).

Estas representaciones (los dibujos o esquemas) se clasifican en dos grandes grupos: las narrativas y los conceptuales y a la vez éstos últimos los sub-clasifica en analíticos, clasificación y simbólicos

Las representaciones narrativas son aquellas que representan una acción, cambios, procesos, movimiento relativo de dos cuerpos. Se pueden expresar mediante diagramas

Las representaciones conceptuales expresan una relación permanente, entre los participantes y se dividen en: clasificatorias, analíticas y simbólicas

Las representaciones conceptuales clasificatorias son aquellas que se catalogan de acuerdo a la disposición geométrica de imágenes del mismo tipo y tamaño, hay relación jerárquica entre los participantes

Las representaciones Analíticas son aquellas que tiene estructura de mapas, no se expresa una acción que hace un participante en otro. Ejemplos de ellos son la línea de tiempo, diagramas de órganos, etc.

Las representaciones Simbólicas, son aquellas donde representan lo observado a través de algún ícono, ejemplo son las simbología a enlaces químicos o ecuaciones químicas

Preguntas	Tipo de pregunta	Función de la pregunta Roca (2008)	Ideas fundamentales que guían la actividad química
1.- Cuando experimentaste con la lechuga que es un ser vivo en el laboratorio de tu escuela, lo que observaste lo podrías denominar cambio químico ¿por qué?	Abierta	¿Por qué? : Propósito es proporcionar una explicación causal. Cuál es o cuáles son: propósito es llevar a cabo una generalización.	CAMBIO EN UN SISTEMA Aceptar que en un cambio químico se produce una interacción que tiene como consecuencia que unas sustancias (simples o compuestas) desaparecen y aparecen otras sustancias (simples o compuestas).
2.-Ayudate con un dibujo o un esquema para explicar entienda el cambio químico que experimentó la lechuga, nuestro ser vivo.	Dibujo y/o Esquema	Donde, que: propósito es describir.	
3.- - Se ha calentado 2,0 gr de lechuga y se ha obtenido 1,0 gr de carbón. ¿Qué podemos hacer para obtener 0,5 gramo de carbono? Justifica que si se conservan todos los gases y agua que se obtienen de la lechuga al manipularla tendrá la misma masa que la lechuga inicial	Abierta	Qué podemos hacer: propósito es manejar una situación. Qué piensas tú: El propósito es evaluar, para dar una opinión.	REGLAS DEL CAMBIO, ÁTOMOS Interpretar las relaciones entre las masas de las sustancias que interaccionan.
4.- Quiero repetir en casa el experimento realizado en el laboratorio, para explicárselo a mi amigo o amiga, pero no tengo lechuga y tengo acelga y espinacas ¿Piensas tú que también se formará carbón?	Abierta	¿Por qué? : Propósito es proporcionar una explicación causal. Piensas tú: El propósito es evaluar, para dar una opinión.	IDENTIFICA SIMILITUD, COMPARA Conocer ‘sistemas Químicos’ que están en nuestro entorno.
5.-El agua que se obtiene al estrujar ¿de dónde surge?, ¿Cómo lo sabes? Por lo tanto ¿de qué materiales y de que elementos esta hecho este ser vivo?	Abierta	De qué: Propósito es proporcionar una explicación causal. ¿Cómo lo sabes?: El propósito es verificar.	MATERIALES Propiedades puedes estar relacionadas con su estructura interna, representado como un conjunto de átomos que forman una unidad (moléculas en algunos casos)

Tabla N°1: Cuestionario basado en las ideas fundamentales del modelo del cambio químico

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

Éstos nos entregaron la clave para interpretar los diferentes textos y los aprendizajes que se pueden haber producido ver Tabla N°2: permitiendo diferenciar el énfasis en los procesos experimentales o el énfasis en la transformación que ha tenido lugar. Por ejemplo hubo un 67% de los textos con un énfasis en la transformación narrativa que se ha tenido y un 11% con énfasis en el proceso experimental concreto.

Aprendizajes producidos	Porcentajes de estudiantes
Énfasis proceso de transformación narrativo	67%
Énfasis proceso experimental descriptivo	22%
Énfasis proceso experimental concreto	11%

Tabla N°2: Interpretación de los textos

El proceso de transformación Narrativo, consiste en que es el estudiante quien hace una narrativa ya sea a través de los dibujos o sus escritos de los hechos observados y explica el porqué de los acontecimientos producidos.

El proceso de experimental Descriptivo, el estudiante describe el proceso acontecidos pero no explica el por qué se observan diferentes cambios durante el proceso.

El proceso experimental Concreto, el estudiante solo dibuja la escena del proceso experimental y se preocupa de indicar el nombre de todos los materiales y reactivos utilizados.

También se pudo establecer a través de los textos escritos una diferencia entre el modelo teórico de las ciencias (MTC) y el modelo teórico de ciencia escolar (MTCE), por ejemplo:

- Con respecto al propósito del MTC guía la resolución del problema en cambio el MTCE se elabora algún conocimiento científico en un contexto educativo multidisciplinario.
- En relación a las preguntas MTC, son originales de acuerdo con los propósitos y experimentos, en cambio en la MTCE las preguntas son sugeridas por el profesor para promover la actividad científica del estudiante (experimentos y el lenguaje)

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación abren nueva panorámica a la enseñanza disciplinar de acuerdo con el enfoque basado en contexto y multidisciplinar.

Se combina un caso que introduce una disciplina (la química) para dar significado a una situación compleja en la que predomina otro enfoque disciplinar (la biología).

Lo resultados obtenidos nos parecen satisfactorios puesto que los alumnos han conseguido explicar su actividad transformadora de la lechuga, mediante un lenguaje que empieza a ser 'disciplinar'.

Nos ha parecido importante constatar la función de las imágenes en el proceso de aprendizaje de los alumnos que, a su vez, nos han permitido comprender mejor sus diferentes estilos de comunicar y de pensar.

El modelo teórico científico escolar es la referencia científica que los estudiantes elaboran de su mundo a través de las actividades científicas escolares

El modelo del cambio químico que los estudiantes elaboran va de acuerdo al sistema de representación que eligen. De acuerdo a la Tabla N°2 éste modelo lo elaboran ya sea a través de una narrativa, descriptivo o concreto.

BIBLIOGRAFÍA

- Erduran, S., Scerri, E., (2002). The nature of chemical knowledge and chemical education. **Gilbert, J.K., de Jong, O., Justi, R., Treagust, D.F., Van Driel, J.H.** Eds. *Chemical Education Towards Research-Based Practice*, 7-27. Dordrecht: Kluwer
- Gilbert, J et al, (2006). On the nature of ‘Context ‘in Chemical Education. *International Journal Science Education*. 28 (9), 957-976
- Izquierdo M. (2006). Ciencia en contexto. Una reflexión desde la filosofía, *Alambique*, 46, 9-17.
- Izquierdo, M., (2013). Chemical Activity in School: an historical and philosophical approach. *Science y Education*, 22, 1633- 1653
- Roca, M. et al (2013). Las preguntas de los alumnos: una propuesta de análisis. *Enseñanza de las ciencias*, 31 (1), 95-114
- Kress, G., & Van Leeuwen, T. (1996). 2006. *Reading images: The grammar of visual design*. Great Britain: St. Edmundsbury Press Limited
- Linjse, P., & Klaassen, K., (2004). Didactical Structures as an outcome of research on teaching- learning sequences? *International Journal Science Educacion*, 26 (5), 537-554
- Moraga, S., (2013). Modelización del cambio químico, en el ámbito del ser vivo. (Tesina para optar al Grado de Master Oficial en Investigación en Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias, No publicada). Universidad Autónoma de Barcelona, España.

Anexo N°1: Actividad Científica Escolar

¿Cómo podemos saber de qué están hechos los seres vivos?

Pesar unas hojas de lechuga, Cortarlas en trocitos.

Exprimir las y recoger el agua: los alumnos saben que hay agua en las células y comprenden que el líquido verde que obtienen es una disolución; recogen agua pura al calentar y enfriar.

Volver a pesar

Prever el resultado e interpretarlo

Calentar los restos de lechuga hasta carbonizarlos: hemos destruido el material que formaba las células

Volver a pesar

Comprobar que se ha obtenido carbón

Anexo N°2: Reglas Fundamentales que guían la Actividad Química

Reglas Fundamentales que guían la Actividad Química	
1	La química se ocupa de los materiales, no de los objetos. Debemos ir conociendo los materiales que nos rodean
2	En un cambio químico se produce una interacción que tiene como consecuencia que unas sustancias (simples o compuestas) desaparecen y aparecen otras sustancias (simples o compuestas). Todas ellas forman un sistema y lo interesante es ver cómo se relacionan todas ellas entre sí. Debemos ir conociendo 'sistemas químicos' que están en nuestro entorno.
3	Para saber qué cambio se ha producido en un sistema químico debemos conocer sustancias simples y compuestas, cuantas más mejor.
4	Los fenómenos naturales no son magia. Por ello, la masa se conserva. Nos preguntamos qué parte material de las sustancias se conserva. La respuesta es que se conservan los elementos, es decir, sus átomos. Debemos aprender a tener en cuenta a los elementos y a los átomos.
5	Los nombres, símbolos y características de los átomos que forman a las sustancias simples los encontramos en la Tabla Periódica. Ya hemos conocido en clase bastantes sustancias simples y sus átomos, pero deberemos conocer más.
6	Los átomos que forman a las sustancias están siempre unidos unos a otros de maneras diferentes que debemos ir conociendo, dando origen a diferentes tipos de materiales
7	Las sustancias (simples y compuestas) interaccionan en proporciones de masa fija cuando se produce un cambio químico.

Basado en el trabajo parcialmente financiado por el Gobierno español (EDU-2012-38022-C02-02) y Gobierno catalán (2014SGR1492).

Potenciar el desarrollo profesional docente a través de la reflexión metacognitiva de las creencias acerca de la sexualidad y el género

Plaza, M. V., González, L., Meinardi, E.

Grupo de Didáctica de la Biología – Instituto de Investigaciones CeFIEC. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Argentina

mariviplaza99@gmail.com

RESUMEN

El trabajo de investigación que presentamos tiene como objetivo principal contribuir al desarrollo profesional del profesorado a través de la construcción de conocimientos y herramientas didácticas acordes a la educación sexual integral planteada en Argentina por la Ley Nacional 26.150. La metodología implicó dos etapas: en la primera se realizaron observaciones de clase no participantes y se determinaron indicadores que pudieran dar cuenta de las creencias de los docentes. En la segunda, en función de los indicadores antes mencionados, se planificaron encuentros-taller en los cuales se conformó una comunidad de aprendizaje dialógico en la que lo/as docentes y la investigadora analizaron explícitamente las creencias sobre sexualidad de lo/as primero/as y el modo en que dichas creencias inciden en sus prácticas. Concluimos que la explicitación y caracterización de las creencias sobre sexualidad -que forman parte del currículo oculto- del profesorado, contribuye a que estos puedan conocer sus propias creencias, condición necesaria para modificar las prácticas.

Palabras clave

Creencias – Currículo oculto – Sexualidad – Género - Desarrollo profesional.

INTRODUCCIÓN

A partir de la sanción de Ley Nacional 26.150 de Educación Sexual Integral y el posterior acuerdo de los Lineamientos Curriculares Nacionales de Argentina sobre Educación Sexual Integral, se volvió obligatoria la enseñanza de contenidos relacionados con la sexualidad en las escuelas. La Ley expresa que “todos los educandos tienen derecho a recibir educación sexual integral en los establecimientos educativos públicos, de gestión estatal y privada de las jurisdicciones nacional, provincial, de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y municipal”. Sin embargo, aún luego de haberse superado los 4 años que estipulaba la Ley para poner en marcha el plan de Educación Sexual Integral, se estima que apenas el 4,5 por ciento de los docentes que hay actualmente en Argentina recibió capacitación al respecto en los últimos tres años.

Además, en la formación docente, aún permanecen discursos sobre cuerpos, géneros, sexualidades y educación sexual basados en creencias estereotipadas acerca de la legitimidad de algunos cuerpos, la necesidad de consolidar la dicotomía de los géneros, la consideración como “normal” o no de las identidades sexuales disidentes a la heterosexualidad, la obligación de las instituciones educativas públicas de impartir educación sexual escolar y la convicción de que es necesario “tolerar” la diferencia sin

producir modificaciones profundas en las prácticas, ya que aquello que se tolera se debe, según Morgade y Alonso (2008), en algún punto, a que molesta.

Los espacios de formación se conciben exclusivamente alrededor de un currículo formal, dejándose de lado los aspectos vinculados con el currículo oculto. Este último da cuenta de todo lo que se adquiere en la escuela sin figurar en los programas prescriptos oficiales (Morgade, 2001). A través de dicho currículo, los/as docentes enseñan sexualidad y género sin ser conscientes de ello, y lo hacen en función de sus propias creencias. En este sentido, Tovar (1998) menciona que las creencias de las y los docentes respecto de la sexualidad y el género median entre el discurso y la práctica, generando una suerte de mensaje paralelo y/o contradictorio.

En función de la problemática brevemente expuesta, en este trabajo de investigación (que forma parte de una tesis doctoral) se ponen en relación diversos marcos teóricos que contribuyen a vincular las creencias del profesorado con el currículo oculto escolar y con las estrategias de reflexión metacognitivas como posibles instrumentos para la explicitación, por parte del profesorado, de dichas creencias. A su vez, esta reflexión permite, durante las prácticas profesionales, poder vigilar cómo las creencias aparecen en el currículo oculto escolar. Este proceso antes mencionado aún no ha sido descrito en investigaciones anteriores.

Objetivos

Nuestro trabajo se centró en tres objetivos específicos: 1. Identificar y caracterizar las creencias sobre sexualidad y género que se evidencian a través del currículo oculto escolar de tres docentes de una escuela media de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. 2. Analizar la importancia de la reflexión metacognitiva para la explicitación de las creencias y la autorregulación de las mismas durante la práctica docente. 3. Analizar la influencia de la formación docente en las creencias sobre sexualidad y género de los/as docentes participantes.

DESARROLLO

Actualmente, se trata de definir la sexualidad desde una mirada compleja, tomando en cuenta diferentes corrientes: la sexualidad humana se entiende como un modo de comportamiento, como una conducta de relación en la que se conjugan factores de naturaleza biológica, psicológica, social, cultural y religiosa, resaltando que el significado sexual de un objeto se elabora en función de diferentes factores y no de uno solo, adoptando la sexualidad un carácter más dinámico, no invariable ni inamovible. Este carácter lleva las expresiones de la sexualidad mucho más allá de las reacciones puramente genitales, estando sujetas constantemente a cambios en razón de la experiencia y del aprendizaje sexual (UNESCO, 2010). De esta forma, hay acuerdo en considerar que no se podría tratar la enseñanza de la sexualidad como la enseñanza de un contenido más del currículo.

Al mismo tiempo, cuando se trabajan estas temáticas en el aula, los docentes ponen en juego sus propias creencias. Dentro del marco del Conocimiento Profesional del Profesorado, se ha definido un cierto tipo de conocimiento proposicional que mantienen los y las docentes como un conjunto de teorías y creencias implícitas y explícitas que mediatizan su acción cotidiana de aula. Estas creencias no obedecen exclusivamente a un conocimiento profesional aprendido durante los años de formación, por el contrario, obedecen a un conocimiento mucho más amplio, que involucra principios construidos y/o interiorizados por el profesor durante su historia personal y profesional. Así, los diferentes roles que el profesorado en formación (o en ejercicio) ha desempeñado en contextos

educativos, como estudiante, amigo, hijo, padre de familia, líder, subordinado, entre otros, posibilitan un acumulado cultural que actúa en el momento de la enseñanza como teorías y creencias (Perafán Echeverri, 2005). Dichas creencias muchas veces están vinculadas a emociones, poseen funciones afectivas y valorativas, actuando como filtros de información que influyen la forma en cómo se usa, guarda y recupera el conocimiento. Por otro lado, también producen conductas. Por lo tanto, si se quiere facilitar el desarrollo profesional de los docentes, se debe comprender el proceso mediante el cual los profesores crecen profesionalmente y también cuáles son las condiciones que ayudan y promueven el crecimiento (Marcelo, 2009).

Es por esto que se plantea que la educación sexual no puede ser aislada de la intencionalidad del profesor y, en general, de la cultura que lo constituye. Se piensa la acción de los profesores como una “estructura con sentido propio”. Dicho sentido está referido a las creencias e intencionalidades constitutivas del sujeto que se encuentra inmerso en la acción que produce. Algunos autores reconocen la existencia de un saber o sentido tácito en el tejido de la acción del docente. Ese saber es parte del contenido del conocimiento del profesor y no se expresa a través de conductas fácilmente observables y muchas veces se hace presente en el currículo oculto escolar.

Dicho currículo se refiere a todo lo que se adquiere en la escuela sin figurar nunca en los programas prescriptos oficiales; se revela sobre todo en las ausencias, las omisiones, las jerarquizaciones, las contradicciones y los desconocimientos que presentan el currículo oficial y la práctica diaria docente (Mosconi, 1998). Según Morgade y Alonso (2008), el currículo oculto, también denominado “currículo omitido”, silencia cuestiones vinculadas con la sexualidad, la violencia o la precarización laboral.

En función de lo antes mencionado es que actualmente se considera que la educación sexual debe hacerse a partir de una acción de intencionalidad educativa, a través del desarrollo de estrategias de enseñanza sistemáticas basadas en la información y en el análisis de la misma con los alumnos y alumnas. Se trata de un proceso formativo intencionado, por el cual los y las jóvenes adquieren los conocimientos y los valores que capacitan para optar entre las actitudes y comportamientos sexuales que permiten alcanzar un desarrollo personal y social armónico en el plano afectivo, del placer y reproductivo, con libertad y responsabilidad (Meinardi et al. 2010; Plaza y Meinardi, 2009).

Es por esto que en este trabajo de investigación, que forma parte de la tesis doctoral de la primera autora, nos propusimos analizar las creencias sobre sexualidad de 3 docentes de la Ciudad de Buenos Aires de Argentina que se evidencian a través del currículo oculto escolar y que, de acuerdo con el marco teórico adoptado, asumimos que inciden fuertemente en la construcción de las subjetividades de los alumnos y alumnas. Centramos nuestro trabajo en la hipótesis de que la explicitación y caracterización de las creencias personales sobre la sexualidad -que forman parte del currículo oculto o implícito- de los profesores, contribuye significativamente a que estos puedan conocer sus propias creencias y que esto, a su vez, influye en la modificación de sus prácticas docentes mediante el desarrollo de estrategias y dispositivos que permiten encarar más adecuadamente la educación sexual integral en las escuelas.

Metodología

Para dar cuenta de los objetivos planteados anteriormente se llevó adelante una metodología de investigación que implicó varias etapas en las que se trabajó con tres docentes de una escuela de enseñanza media de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires de Argentina. Inicialmente se realizaron observaciones de clase no participantes las cuales

se registraron mediante grabaciones de audio y video y se tomaron notas *in situ* sobre las actitudes, discursos y otros indicadores que pudieran dar cuenta de posibles creencias sobre sexualidad en el currículo oculto escolar (Morgade, 2001). Estos registros fueron analizados por medio del Método Comparativo Constante (Glaser y Strauss, 1967; Alvira Martín, 1983), y se generaron categorías teóricas de las cuales se identificaron las posibles creencias sobre sexualidad y género que se expresaban a través de ellas. Estas identificaciones se realizaron en función de la bibliografía leída sobre la temática. En la segunda etapa de trabajo se realizaron reuniones basadas en una metodología de encuentros-taller en forma individual con cada docente participante tomando en cuenta lo mencionado por Perrenoud (2007) quien afirma que en las investigaciones en las cuales se analiza la práctica docente, es necesario dedicar un tiempo prudencial para centrarse en la práctica de una sola persona.

Durante los encuentros-taller se realizaron las siguientes actividades:

1. Devolución de lo observado en las clases y explicitación de las categorías generadas por parte de la investigadora.
2. Realización de entrevistas semi-estructuradas en las cuales se indagó sobre el recorrido de formación (cursos o seminarios que hayan tenido como objetivo de trabajo la sexualidad, el género o la educación sexual integral) de los docentes y acerca de la importancia que otorgan a tratar estas temáticas en el aula y los motivos de ello.
3. Presentación de cuatro situaciones de clase, dos de ellas ficticias (inventadas por la investigadora) y dos reales, tomadas de las propias observaciones de la investigadora. Antes de discutir estas dos últimas situaciones, se mencionó que habían sido elegidas de las observaciones realizadas.
4. Presentación de materiales de lectura y análisis conjunto (entre investigadora y docentes) con el objetivo de analizar, desde una perspectiva de género, la Institución Educativa y cómo el sexismo penetra en las aulas.

En la última etapa del trabajo, nuevamente se generaron categorías teóricas a partir de los datos obtenidos mediante grabaciones de audio de los encuentros-taller. Estas categorías fueron generadas a través del Método Comparativo Constante ya explicitado anteriormente. Luego, a través de dichas categorías, se analizó cómo las actividades planteadas colaboran al desarrollo de un proceso metacognitivos por parte de los/as docentes.

Resultados

Primera etapa de trabajo – Observaciones de clase no participantes

A continuación se presentan las categorías generadas:

1. Inclusión de la perspectiva de género en el discurso: Esta categoría incluye los incidentes en los cuales el/la docente incluye en su discurso a ambos géneros, masculino y femenino o utiliza palabras sin género haciendo referencia al colectivo de personas.
2. Trato diferenciado a varones y mujeres: Aquí se incluyen los incidentes que dan cuenta de que el/la docente realiza alguna diferencia en el trato a los varones o a las mujeres.
3. **Inclusión de la perspectiva de género en las actividades de clase:** Esta categoría hace referencia a si el/la docente incluye en las actividades que planifica la perspectiva de género teniendo en cuenta las problemáticas que se pueden generar a partir de los estereotipos de género.
4. Posicionamiento en relación con las concepciones educativas sobre la enseñanza de la sexualidad: Esta categoría se refiere a qué posicionamiento tiene el/la docente en relación con las concepciones educativas sobre la enseñanza de la sexualidad.

5. Normalización de las conductas en relación a los papeles de género: Esta categoría se refiere a si el/la docente hace referencia en la clase a aquellas actitudes o conductas que deben cumplir los varones y mujeres según el conjunto de normas y prescripciones que dictan la sociedad y la cultura sobre el comportamiento femenino y masculino.

6. Trato diferente hacia alumnas-madres: Aquí se incluyen aquellos casos en que el/la docente tiene un trato diferencial hacia algunas alumnas por su condición de madre.

De las categorías generadas se observó que la mayoría de ellas están relacionadas con la forma en que la perspectiva de género se evidencia en el currículo oculto escolar. Las categorías 1 y 3, hacen referencia directa a la utilización, por parte del/la docente, de la perspectiva de género tanto en su discurso como en la planificación de las actividades y las categorías 2 y 5, se relacionan con el trato que tiene el/la docente con los/as estudiantes, ya sea porque hace alguna diferencia en el trato o que normaliza sus conductas según su género.

Como se mencionó en el apartado de metodología, a partir de las categorías generadas en la primera etapa, se infirieron posibles creencias de los docentes sobre sexualidad y género. Para esto, en primera instancia se consultaron varios trabajos de investigación y bibliografía relacionada con las categorías antes mencionadas, en los cuales se analizan diversas creencias sobre sexualidad y género que poseen las personas en general y cuáles podrían ser los diversos indicadores para dichas creencias. Luego, estas posibles creencias fueron cruzadas con las categorías generadas para finalmente poder indicar qué creencia se infiere de cada categoría. Las creencias encontradas también fueron sustentadas con datos provenientes de los diversos encuentros-taller (segunda etapa de trabajo). En este trabajo de investigación, al igual que en el trabajo de investigación de Gill y Hoffman (2009), se infirieron las creencias de los docentes a través de sus acciones reales en el aula. Estas creencias fueron el insumo para el diseño de los encuentros-taller. A continuación se presentan las creencias inferidas:

- De las categorías 1 y 3: Inclusión de la perspectiva de género en el discurso e Inclusión de la perspectiva de género en las actividades de clase, se infiere la creencia que *el discurso en género masculino invisibiliza concepciones sexistas*.
- De la categoría 2: Trato diferenciado a varones y mujeres, se infiere la creencia de que *Los varones son más capaces que las mujeres*.
- De la categoría 5: Normalización de las conductas en relación con los papeles de género, se infieren las siguientes creencias: *Los varones son depredadores sexuales por naturaleza; Los varones deben cumplir con los modelos de masculinidad dominante y Las mujeres son tontas*
- De la categoría 6: Trato diferente hacia alumnas madres, se infiere la creencia de que *Las alumnas madres asumen las tareas con más responsabilidad que el resto de las alumnas*.

En general, las creencias aquí presentadas¹, en su mayoría, dan cuenta de representaciones heteronormativas en cuanto a masculinidades y feminidades que, en algunos casos, reproducen situaciones de discriminación, exclusión y marginación entre géneros y al interior de un mismo género, al mismo tiempo que producen subjetividades.

¹ Queremos aclarar que desde el trabajo de investigación que se presenta no se realiza juicio de valor sobre las creencias inferidas.

De la categoría 4 no se infirió ninguna posible creencia en relación a la sexualidad y al género.

Segunda etapa de trabajo – Encuentros-taller

A continuación se enumeran las categorías generadas a partir de los datos provenientes de los encuentros-taller. A través de dichas categorías se analizó cómo las actividades planteadas colaboran al desarrollo de un proceso metacognitivo por parte de los/as docentes. En este trabajo presentamos el análisis de las categorías 3, 4 y 8.

1. Intención de incorporar la perspectiva de género en futuras planificaciones
2. Buena predisposición ante las sugerencias de la investigadora
3. Reflexión *in situ*
4. Sesgo de la formación
5. Ansiedad por la devolución
6. Actitud frente a la observación
7. Aclaración de su accionar
8. Reflexión metacognitiva

3. Reflexión *in situ*: Esta categoría se generó a partir de los incidentes en los cuales los/as docentes participantes realizaban alguna reflexión sobre el tema que se estaba desarrollando en el encuentro-taller. Perrenoud (2007) menciona que el análisis de la práctica sólo puede tener efectos reales de transformación si el/la docente se involucra fuertemente con él.

4. Sesgo de la formación: Aquí se presentan los incidentes en los cuales, frente a alguna pregunta, el/la docente participante deriva su reflexión o respuesta hacia otro tema que no se relaciona con lo que se le preguntaba. En este sentido, Kornblit et al. (2014) mencionan que muchas de las dificultades en la implementación de la educación sexual integral en las escuelas provienen de la formación de los docentes, así como de sus mitos y creencias sobre el tema.

8. Reflexión metacognitiva: En esta categoría se presentan los incidentes en los cuales se evidencia una reflexión metacognitiva por parte de el/la docente participante. La reflexión metacognitiva, según Dunlosky, Hacker, y Graesser (2009), incluye tres componentes esenciales:

- Los conocimientos y las creencias sobre los procesos cognitivos en general,
- Los conocimientos sobre los propios procesos cognitivos, y finalmente,
- La capacidad de regular dichos procesos.

Para este trabajo de investigación consideramos que para que haya una reflexión metacognitiva, basta con que, en el discurso, esté presente un solo componente de la metacognición.

CONCLUSIONES

En líneas generales, los hallazgos de nuestra investigación coinciden con los de algunas investigaciones previas en algunos aspectos, por ejemplo en las creencias encontradas en los docentes participantes y en que las mismas pueden ser autorreguladas a través de un proceso metacognitivo. Sin embargo, de nuestro análisis de la primera etapa de trabajo se desprendió la creencia de que las “Las alumnas madres asumen las tareas con más responsabilidad que el resto de las alumnas”, creencia que no estaba como tal en los trabajos relevados.

Los resultados obtenidos también pretenden ser un aporte para repensar el lugar que ocupan las creencias dentro del marco del Conocimiento Profesional del Profesorado y cómo estas atraviesan todos sus componentes influyendo en el desarrollo profesional docente. Según Garritz (2014) las creencias en los últimos años han adquirido una importancia dentro de este marco dado que influyen sobre la forma y las actitudes de los docentes al dar clases. Este autor menciona también que las investigaciones enmarcadas en esta temática analizan las creencias del profesorado sobre la enseñanza, sobre el aprendizaje o sobre la asignatura a enseñar, es decir, cuestiones ligadas a la enseñanza, ligadas a los conocimientos pedagógicos generales y didácticos del contenido del marco planteado. En nuestro trabajo acordamos sobre la influencia de las creencias sobre la práctica docente, pero sostenemos que las investigaciones planteadas hasta el momento dejan de lado, tal vez, otro tipo de creencias transversales como las relacionadas con la sexualidad y al género que pueden influir sobre todos los conocimientos o específicamente sobre el conocimiento del contenido, transformándolo.

También proponemos que la metodología utilizada durante los encuentros-taller podría ser empleada para cursos de formación continua en los cuales el profesorado pueda actualizarse en temáticas relacionadas con la sexualidad y la perspectiva de género y trabajar sobre la explicitación y autorregulación de sus creencias. Según Medina Rivilla (1994), la formación continua tiene como finalidad, preferentemente, el desarrollo profesional del profesorado y la generación de climas de trabajo y transformación social en las instituciones educativas y en las aulas.

La formación docente, al menos en Argentina, actualmente carece de este tipo de trabajos. Muchas veces queda en la mera transmisión de contenidos, y aunque se realice un verdadero análisis sobre ellos, si no se trabajan estas temáticas tan personales desde las propias creencias, puede ser que aparezcan en el currículo oculto mensajes estereotipados y discriminatorios en relación a las relaciones de género, identidades sexuales e identidades de género.

Según varios autores la metacognición es una herramienta transversal, es decir, que lo que se adquiere son las destrezas metacognitivas que pueden ser utilizadas en cualquier campo de acción o contenido (Fives, 2015). Por lo tanto, con esta forma de trabajo, lo que se pretende es que el/la docente adquiera el hábito de analizarse y vigilarse, condiciones necesarias que plantea Perrenoud (op. cit.) para ser un docente reflexivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvira Martín, F. 1983. Perspectiva Cualitativa – Perspectiva Cuantitativa en la metodología sociológica. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 22, 53-75
- Fives, H. y Gill, M. (2015) *International Handbook of Research on Teacher's Beliefs*. New York: Routledge.
- Garritz, A. (2014) ¿Qué es el CDC? ¿Cuáles son sus elementos fundamentales? En Garritz, A. (edit.) *Conocimiento didáctico del contenido. Una perspectiva Iberoamericana*, (pp. 24-34). Saarbrücken, Alemania: Editorial Académica Española.
- Gill, M. G., y Hoffman, B. (2009). Shared planning time: A novel context for studying teachers' discourse and beliefs about learning and instruction. *Teachers College Record*, 111, 1242-1273.
- Glaser, B. y Strauss, A. (1967) *The discovery of Grounded Theory strategic for qualitative research*. New York: Aldine Publishing Company.

- Hacker, D, Dunlosky, J. y Graesser, A. (eds.) (2009) *Handbook of Metacognition in Education*, New York: Routledge.
- Kornblit, A. L., Sustas, S. E., Adaszko, D. (2013) Concepciones sobre sexualidad y género en docentes de escuelas públicas argentinas. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 24(47), 47-78.
- Marcelo, C. (2009) Desarrollo Profesional Docente: pasado e futuro. *Sísifo. Revista de Ciencias de la Educación*, 8, 7-22.
- Medina Rivilla, A. (1994) La formación continua del profesorado desde una perspectiva colaborativa. *Innovación Educativa*, 3, 59-78.
- Meinardi, E., Plaza, M. V. y Revel Chion, A. (2010) Educación en ambiente y salud. En Elsa Meinardi, *Educación en Ciencias*, (pp. 191-224). Buenos Aires: Paidós.
- Morgade, G. y Alonso, G. (Compls.) (2008) *Cuerpos y Sexualidades en la Escuela*. Buenos Aires: Paidós.
- Morgade, G. (2001) *Aprender a ser mujer, aprender a ser varón*. Buenos Aires: Novedades Educativas.
- Mosconi, N. (1998) *Diferencia de sexos y relación con el saber*. Buenos Aires: Colección Formación de Formadores, Novedades Educativas.
- Oliver Vera, C. (2009) El valor formativo y las ataduras de las creencias en la formación del profesorado. Aquello que no se ve, pero se percibe en el aula. *REIFOP*, 12 (1), 63-75.
- Perafán Echeverri, G. (2005) *La investigación acerca de los procesos de pensamiento de los docentes*. En Gerardo Andrés Perafán y Agustín Adúriz- Bravo (Compls.), *Pensamiento y conocimiento de los profesores*, (pp. 15-32). Colombia: Nomos.
- Perrenoud, P. (2007) *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar*. Barcelona: Graó.
- Plaza, M. V. y Meinardi, E. (2009) *Implicancias de la Educación Sexual en la Formación Docente*. IV Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias, CTSA y Educación para la Ciudadanía, Bogotá: 14-16 de octubre.
- Tovar, T. (1998) *Sin querer queriendo*. Cultura docente y género. Lima: Tarea.
- UNESCO (2010) Orientaciones Técnicas Internacionales sobre Educación en Sexualidad. Un enfoque basado en evidencia orientado a escuelas, docentes y educadores de la salud.

Creencias del profesorado de secundaria en formación inicial sobre el aprendizaje de las ciencias: Un estudio descriptivo

Pontes, A.,¹ Poyato, F. J.,¹ Oliva, J. M.²

¹*Departamento de Física Aplicada, Universidad de Córdoba*

²*Departamento de Didáctica, Universidad de Cádiz*

⁽¹⁾ *apontes@uco.es*

RESUMEN

Desde la implantación del Máster de Profesorado de Enseñanza Secundaria (MPES), venimos trabajando en proyectos de mejora de la formación inicial docente y tratando de profundizar en la investigación sobre el pensamiento del profesorado. Tras realizar algunos estudios previos sobre las concepciones de los estudiantes del MPES acerca de los procesos educativos, hemos desarrollado un nuevo estudio de carácter descriptivo destinado a conocer sus creencias sobre el aprendizaje de las ciencias. Mediante un cuestionario de escala Likert, se han explorado las opiniones de 188 alumnos y alumnas del citado máster, de las especialidades de Ciencia y Tecnología, durante varios cursos académicos. En este trabajo se muestran los resultados comparativos de los estudiantes que proceden de facultades de ciencias y los que proceden de escuelas técnicas. También se analiza la extensión de las diferentes creencias, desde una categorización basada en el uso de modelos didácticos.

Palabras clave

Máster de formación del profesorado, enseñanza secundaria, educación científico-técnica, creencias curriculares, procesos de aprendizaje.

INTRODUCCIÓN

Contexto y fines del estudio

En los XXVI Encuentros en Didáctica de las Ciencias Experimentales que se desarrollaron en la Universidad de Huelva, se abordó en una mesa redonda de carácter monográfico la siguiente temática: ¿Qué estamos enseñando y qué deberíamos enseñar desde la didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado de secundaria? A partir de esta cuestión central se estableció una discusión interesante sobre los fundamentos de la investigación en didáctica de las ciencias y la formación del profesorado de ciencias, comparando los contenidos impartidos en el Máster de Profesorado de Enseñanza Secundaria (MPES) de distintas universidades españolas y se plantearon algunos dilemas en torno a los criterios que deberían orientar la selección y organización de tales contenidos, con vistas a fomentar el debate interno y demarcar posibles campos de investigación futura (Rivero, Martínez-Aznar, Pontes y Oliva, 2014).

Uno de los temas abordados en el citado debate se refería a la importancia de realizar actividades de aula que permitan explicitar las concepciones personales, creencias y esquemas de conocimiento de los alumnos del MPES, con objeto de movilizar tales ideas para ayudarles a construir un conocimiento profesional deseable (Solís, Martín, Rivero y

Porlán, 2013). En este contexto teórico se enmarca el proyecto de innovación e investigación educativa que estamos desarrollando desde hace algunos años, en varias especialidades del área científico-técnica del citado máster. En trabajos anteriores hemos ensayado propuestas metodológicas basadas en el desarrollo de actividades de aula que permiten explicitar las concepciones personales de los futuros docentes, acerca de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Pontes, Poyato y Oliva, 2015; Pontes y Poyato 2016). En este estudio pretendemos profundizar en esta línea de trabajo y nos hemos planteado los objetivos siguientes:

- Explorar las creencias implícitas sobre el aprendizaje de las ciencias de los estudiantes del Máster de Profesorado de Enseñanza Secundaria (MPES)
- Realizar un análisis descriptivo de tales creencias a partir de los datos recogidos mediante un cuestionario de carácter cerrado, basado en una escala de tipo Likert, diseñado para esta investigación.
- Analizar las posibles diferencias en el pensamiento inicial sobre el aprendizaje, entre estudiantes del MPES procedentes de Facultades de Ciencias y de Escuelas Técnicas.

Fundamento y antecedentes

Los futuros profesores y profesoras de enseñanza secundaria poseen motivaciones e ideas previas sobre la docencia que influyen en el proceso de formación docente y en la práctica educativa posterior (Campanario, 1998). Para desarrollar procesos de enseñanza y aprendizaje cada vez más eficientes es necesario mejorar el proceso de formación del profesorado y, entre otros aspectos, hay que tener en cuenta el papel que desempeñan las concepciones y creencias de los futuros docentes en los procesos de formación (Porlán, Rivero y Martín, 1998; Vilches y Gil, 2010). Actualmente se siguen realizando muchas investigaciones orientadas a detectar las concepciones previas y creencias del profesorado, en formación inicial o en activo, utilizando diferentes tipos de instrumentos (Abell, 2007; Contreras, 2010). Pero desde hace unos años están cobrando importancia los trabajos sobre el pensamiento docente que tratan de acercarse al contexto en el que tienen lugar los procesos de enseñanza-aprendizaje (García Carmona, 2013), para detectar los obstáculos que se producen en tales procesos o para representar el cambio que se va produciendo en las concepciones docentes durante la formación, de manera que los resultados de tales investigaciones puedan ser usados por los formadores del profesorado, con el fin de promover los cambios que se pretenden desarrollar en el conocimiento de los futuros profesores (Solís, Porlán y Rivero, 2012).

Tratando de avanzar en esta línea de trabajo venimos desarrollando, desde hace años, un proyecto de investigación dentro del marco formativo que ofrece el máster de profesorado de secundaria, del área de ciencias experimentales y tecnología, basado en un enfoque constructivista y reflexivo de la educación y la formación. El hilo conductor de nuestro proyecto formativo es el diseño de materiales didácticos, basados en tareas que permitan abordar los problemas prácticos de la profesión docente, teniendo en cuenta las ideas previas de los estudiantes del máster sobre cuestiones relevantes de la actividad docente y desarrollando estrategias que favorezcan la progresión de tales ideas (Pontes et al., 2015).

Actualmente estamos interesados en profundizar en el conocimiento de las ideas de los futuros docentes de secundaria acerca del aprendizaje de las ciencias. Por tal motivo hemos llevado a cabo un estudio exploratorio basado en el análisis cualitativo de las respuestas de nuestros alumnos a cuestiones abiertas integradas en las actividades de aula

y se ha realizado una revisión de trabajos previos llevados a cabo sobre esta temática. Entre los antecedentes más relevantes figuran algunos trabajos donde se abordan las ideas de los docentes sobre los procesos educativos en general (Martínez Aznar *et al.*, 2001; Fuentes, García y Martínez, 2009; Solís *et al.*, 2013), tratando de buscar relaciones entre tales ideas y los modelos didácticos recogidos en la literatura sobre el pensamiento del profesorado (Mellado, Blanco y Ruiz, 1999; Oliva, 2008) y otros estudios que se centran de forma específica en el tema del aprendizaje de las ciencias (Marín y Benarroch, 2010; Ravanal y Quintanilla, 2012). Tras el estudio exploratorio citado anteriormente hemos visto la necesidad de llevar a cabo un nuevo estudio, que nos permita profundizar en el conocimiento de las creencias de los futuros docentes de ciencia y tecnología sobre la enseñanza de sus respectivas materias, cuyas características se describen a continuación.

METODOLOGÍA

Los datos de este estudio se han recogido en una clase de la asignatura de Aprendizaje y Enseñanza de las Materias de la Especialidad (AEME), del módulo específico del MPES de la Universidad de Córdoba, antes de abordar en dicha materia el tratamiento del bloque de contenidos dedicado al aprendizaje. Para ello hemos contado con la colaboración de un grupo de profesores y profesoras, del área científico-técnica, que han participado en varios proyectos de innovación educativa. Durante tres cursos académicos han sido encuestados un total de 188 estudiantes del citado máster, correspondientes a las especialidades del área de ciencias experimentales y de la salud (CE) y del área tecnológico-instrumental (TI). El primer grupo (G1) estaba integrado por un total de 107 sujetos de las especialidades de Biología-Geología, Física-Química y Sanidad-Deporte. El segundo TI (G2) estaba integrado por un total de 81 sujetos de las especialidades de Tecnología, Dibujo y Matemáticas-Informática.

A partir de la información recogida en varios estudios exploratorios anteriores, donde se usaron cuestiones abiertas para conocer las concepciones de los futuros docentes sobre los procesos educativos, se diseñó el “*Cuestionario de interés por la docencia e ideas sobre la educación científica*” (CIDIEC), integrado por 87 ítems dirigidos a conocer las creencias de los futuros profesores sobre diversos aspectos del currículum y las motivaciones hacia la profesión y la formación docente. La descripción de las características generales del CIDIEC completo se recogen en un trabajo posterior más amplio, que se encuentra en proceso de elaboración. Pero en este trabajo, dados los objetivos propuestos, sólo se mostrarán algunos de los datos correspondientes a los 30 ítems de la Sección B del citado cuestionario, que se refieren a las creencias de los participantes sobre los procesos de aprendizaje en la educación científico-técnica. Tales ítems, permiten identificar, mediante una escala Likert de cuatro niveles, el grado de acuerdo (mucho, bastante, poco y nada) de los participantes con las ideas sobre el aprendizaje que se incluyen en el cuestionario.

RESULTADOS

Hemos utilizado el paquete estadístico SPSS (V20) para analizar los datos recogidos en la Sección B del citado cuestionario, realizando un análisis descriptivo y otros análisis estadísticos complementarios. La prueba Alfa de Cronbach arroja un coeficiente de fiabilidad de valor 0,814 para este conjunto de ítems, de modo que el instrumento utilizado para el estudio de las creencias sobre el aprendizaje de las ciencias presenta una fiabilidad suficientemente alta. Hemos comenzado realizando un estudio comparativo de los valores medios de cada ítem en ambos grupos G1 (ciencias) y G2 (tecnología), cuyos

datos se muestran en las tablas 1 y 2, observando resultados muy parecidos en todos los casos.

Después hemos realizado un análisis de contraste de medias para ambos grupos, observando una gran similitud de resultados en la mayoría de los ítems. Las diferencias mayores se aprecian en las variables Ap2, Ap5, Ap11, Ap19 y Ap.28, pero al aplicar la prueba de contraste Z de Kolmogorov-Smirnov se observa que tales diferencias no son significativas desde el punto de vista estadístico, pero los datos de dicha prueba se incluyen en un trabajo posterior más amplio, que se encuentra en proceso de elaboración. Consecuentemente, hemos considerado que ambos grupos G1 y G2 forman parte de una muestra única y posteriormente se ha realizado un estudio de frecuencias agrupadas, al unir los niveles iniciales de la escala por los extremos. Así consideramos sólo dos categorías para cada ítem: (I) en contra y (II) a favor. En la primera categoría se han unido los niveles 1 (nada de acuerdo) y 2 (poco de acuerdo), mientras que la segunda incluye a los niveles 3 (bastante de acuerdo) y 4 (muy de acuerdo). Los datos de este análisis se muestran en la tabla 3.

ENUNCIADOS DE ÍTEMS (1-18)	G1	G2
Ap1. El alumno de secundaria se interesa y aprende más en clase de ciencias cuando realiza actividades diversas	3.17	3.31
Ap2. Sólo se produce buen aprendizaje cuando el profesor de ciencias explica con claridad un tema y el alumno está atento	3.09	3.26
Ap3. Los alumnos alcanzan a comprender mejor un tema si lo pueden relacionar con sus conocimientos anteriores	3.41	3.27
Ap4. Lo más importante es que el alumno comprenda los conceptos básicos de la ciencia y sepa aplicarlos en resolver cuestiones o problemas	3.29	3.26
Ap5. El aprendizaje de los alumnos no sólo debe abarcar datos o conceptos científicos, sino también los procesos característicos de la metodología científica	3.22	3.07
Ap6. El aprendizaje es significativo cuando el alumno comprende la nueva información y la relaciona con sus ideas previas	3.32	3.29
Ap7. La realización de resúmenes y esquemas de cada tema ayuda a comprender mejor los contenidos de una materia	3.59	3.56
Ap8. Los esquemas o mapas conceptuales sirven para memorizar mejor los temas estudiados	3.41	3.47
Ap9. El aprendizaje de las ciencias centrado en los apuntes del profesor y el estudio del libro de texto resulta poco motivador para los alumnos	3.21	3.27
Ap10. Los alumnos aprenden mejor los conceptos científicos cuando realizan problemas y trabajos prácticos donde pueden usar tales conceptos	3.11	3.17
Ap11. Los alumnos demuestran que han aprendido cuando son capaces de responder correctamente a las cuestiones que les plantea el profesor	3.08	3.21
Ap12. Los alumnos elaboran concepciones intuitivas y espontáneas sobre el mundo que les rodea que pueden interferir en el aprendizaje significativo de la ciencia	3.31	3.25
Ap13. El aprendizaje de la ciencia debe dirigirse ante todo a la comprensión de las teorías científicas y sus aplicaciones	3.17	3.19
Ap14. La mejor manera de aprender ciencias consiste en aplicar y desarrollar el método científico en el aula	3.12	2.99
Ap15. Los conocimientos adquiridos son significativos cuando el alumno es capaz de aplicarlos en situaciones diferentes	3.26	3.31
Ap16. El conocimiento que desarrolla un alumno es fruto de la interacción entre el conocimiento inicial, la información que recibe y el pensamiento que realiza en cada momento	3.55	3.51
Ap17. Para que los alumnos aprendan ciencia es importante que sean capaces de aprender por sí mismos	3.31	3.42

Tabla 1: Comparación de medias entre grupos (primera parte)

ENUNCIADOS DE ÍTEMS (19-30)	G1	G2
Ap18. El desarrollo intelectual determina la capacidad de comprensión del alumno y el aprendizaje de cualquier materia	3.07	3.15
Ap19. El interés por la asignatura y la actitud del alumno en clase son elementos necesarios para aprender ciencias	3.59	3.46
Ap20. Para aprender bien una materia lo importante es que el alumno reciba una explicación clara y ordenada de los conceptos de cada tema por parte del profesor y que sepa utilizar correctamente tales conocimientos	3.56	3.48
Ap21. Para favorecer el aprendizaje efectivo de las ciencias se deben aplicar metodologías activas en el aula (trabajo en grupos, actividades,...)	3.10	3.14
Ap22. En el aprendizaje de una asignatura influye mucho la calidad de los apuntes tomados por el alumno en clase	3.09	3.20
Ap23. Para aprender de forma progresiva y adecuada es necesario que el alumno tenga buenos hábitos de estudio y realice todos los días las tareas escolares	3.47	3.44
Ap24. El verdadero aprendizaje se realiza cuando el alumno dedica tiempo y esfuerzo a preparar los exámenes	3.38	3.31
Ap25. Los estudiantes de secundaria aprenden más cuando disponen de ayudas complementarias (de familiares, compañeros, clases particulares,...) a la hora de estudiar	2.87	2.99
Ap26. Para aprender bien los conceptos científicos es importante que el alumno estudie realizando una lectura comprensiva del libro de texto y subraye las ideas más importantes	3.71	3.65
Ap27. Los alumnos aprenden más cuando estudian haciendo resúmenes de los temas del libro y de los apuntes	3.33	3.36
Ap28. En el aprendizaje de cualquier materia es importante que los alumnos utilicen buenas técnicas de estudio (esquemas, mapas conceptuales,...)	3.17	3.31
Ap29. El aprendizaje de las materias de ciencias requiere la realización reiterada de ejercicios de aplicación de los conceptos aprendidos	3.11	3.22
Ap30. Para aprender ciencias es importante que el alumno realice una revisión mental del conocimiento adquirido tras el estudio de cada tema	3.36	3.38

Tabla 2: Comparación de medias entre grupos (segunda parte)

Categorías	Porcentajes por categorías en ítems sobre aprendizaje									
	Ap1	Ap2	Ap3	Ap4	Ap5	Ap6	Ap7	Ap8	Ap9	Ap10
I (en contra)	17	15,4	11,7	13,8	12,8	11,2	8,5	16,0	17,6	20,2
II (a favor)	83	84,6	88,3	86,2	87,2	88,8	91,5	84,0	82,4	79,8
Categorías	Ap11	Ap12	Ap13	Ap14	Ap15	Ap16	Ap17	Ap18	Ap19	Ap20
I (en contra)	16,5	14,4	19,1	15,4	13,3	10,1	18,1	21,8	6,9	7,4
II (a favor)	83,5	85,6	80,9	84,6	86,7	89,9	81,9	78,2	93,1	92,6
Categorías	Ap21	Ap22	Ap23	Ap24	Ap25	Ap26	Ap27	Ap28	Ap29	Ap30
I (en contra)	20,7	21,3	9,0	14,4	26,6	4,8	15,4	20,7	19,1	16,5
II (a favor)	79,3	78,7	91,0	85,6	73,4	95,2	84,6	79,3	80,9	83,5

Tabla 3: Resultados del análisis de frecuencias relativas

Si se analizan cada una de las creencias sobre el aprendizaje que se incluyen en el cuestionario puede observarse que las ideas de carácter innovador están muy extendidas entre los participantes, lo cual indica que la gran mayoría de los futuros docentes de secundaria encuestados en este estudio comparten, en gran medida, un conjunto amplio de creencias sobre el aprendizaje de las ciencias que son próximas al enfoque constructivista (con porcentajes de acuerdo favorable superiores al 80 %) como son las siguientes: El conocimiento que desarrolla un alumno es fruto de la interacción entre el conocimiento inicial, la información que recibe y el pensamiento que realiza en cada momento (Ap16); El aprendizaje es significativo cuando el alumno comprende la nueva información y la relaciona con sus ideas previas (Ap6); Los alumnos alcanzan a comprender mejor un tema si lo pueden relacionar con sus conocimientos anteriores (Ap3); El aprendizaje de los alumnos no sólo debe abarcar datos o conceptos científicos, sino que debe incluir también procesos característicos de la metodología científica (Ap5); Los conocimientos adquiridos son significativos cuando el alumno es capaz de aplicarlos en situaciones diferentes (Ap15),...

Así mismo se aprecia un conjunto de ideas de tipo tradicional sobre el aprendizaje de las ciencias que también están muy extendidas entre la muestra de futuros docentes: Para aprender bien los conceptos científicos es importante que el alumno estudie realizando una lectura comprensiva del libro de texto y subraye las ideas más importantes (Ap26); lo más importante es que el alumno comprenda los conceptos básicos de la ciencia y sepa aplicarlos en resolver cuestiones o problemas (Ap4); para aprender bien una materia lo importante es que el alumno reciba una explicación clara y ordenada de los conceptos de cada tema por parte del profesor y que sepa utilizar correctamente tales conocimientos (Ap20); el verdadero aprendizaje se realiza cuando el alumno dedica tiempo y esfuerzo a preparar los exámenes (Ap24),...

Finalmente encontramos ideas de carácter dual o ambivalente sobre los procesos de aprendizaje que también alcanzan una extensión elevada: El interés por la asignatura y la actitud del alumnado en clase son elementos necesarios para aprender ciencias (Ap19); la realización de resúmenes y esquemas de cada tema ayuda a comprender mejor los contenidos de una materia (Ap7); para aprender de forma progresiva y adecuada el alumno debe tener buenos hábitos de estudio y realizar todos los días las tareas escolares (Ap23); la mejor manera de aprender ciencias consiste en aplicar y desarrollar el método científico en el aula (Ap14); los alumnos aprenden más cuando estudian haciendo resúmenes de los temas del libro y de los apuntes (Ap27),...

En definitiva, encontramos que los profesores de secundaria, durante el proceso de formación inicial presentan una gama amplia de ideas sobre el aprendizaje de las ciencias, que pueden relacionarse con diversos modelos didácticos y que presentan diferentes niveles de extensión. Por ello es conveniente que el profesorado del MPES conozca este hecho y lo tenga en cuenta a la hora de preparar el proceso formativo (Campanario, 1998). Sin embargo, creemos que sería conveniente someter estos datos a análisis estadísticos más profundos que nos permitan establecer, con mayor claridad, el tipo de relación existente entre tales creencias y los modelos didácticos subyacentes (Porlán *et al.*, 1998; Oliva, 2008; Solís *et al.*, 2013). Sobre esta problemática trataremos de avanzar en trabajos posteriores.

CONCLUSIONES

En este trabajo hemos presentado los primeros resultados de un estudio cuantitativo destinado a describir las características de las creencias del alumnado del máster de profesorado de enseñanza secundaria sobre los procesos de aprendizaje de la ciencia.

Hemos encontrado, en primer lugar, que no hay diferencias significativas en la mayoría de los ítems del cuestionario utilizado para este estudio entre los futuros docentes que proceden de Facultades de Ciencias (G1) y los que proceden de Escuelas Técnicas (G2), de modo que ambos grupos presentan un grupo de creencias bastante similares sobre los procesos de aprendizaje que se desarrollan en el ámbito de la educación científico-técnica. Por ello consideramos que ambos grupos forman parte de una misma muestra, representativa de la población de estudiantes de ciencia y tecnología del MPES, lo cual nos ha permitido hacer un estudio de frecuencias destinado a conocer la extensión de las diferentes ideas entre todos los estudiantes de la muestra analizada.

El estudio de frecuencias realizado apoya algunas tendencias y características del pensamiento inicial docente sobre la enseñanza de las ciencias recogido en estudios previos que se han desarrollado en otros contextos, o que han utilizado otro tipo de instrumentos para explorar las creencias del profesorado en formación sobre la enseñanza (Porlán *et al.*, 1997; Marín y Benarroch, 2010; Ravanal y Quintanilla, 2012). Los resultados obtenidos revelan, por lo general, niveles de aceptación más altos en los ítems relacionados con ideas de tipo innovador o constructivista que en los ítems que apuntan ideas de tipo tradicional sobre la enseñanza. Los ítems relacionados con el modelo dual o ambivalente vendrían, en términos generales, a ocupar un lugar intermedio. Estos resultados podrían sugerir, en primera instancia, que el alumnado del MPES es preponderantemente constructivista en cuanto a sus creencias en torno a las características idóneas de la enseñanza en las aulas. Pero pensamos que ello es debido a la influencia de los conocimientos adquiridos en las materias de carácter psicopedagógico desarrolladas en el módulo genérico y al hecho de que puede resultar cómodo para los estudiantes del máster adherirse a ideas innovadoras, sin tener que justificar de qué forma llevarían a la práctica tales ideas, lo cual resultaría –sin duda– más complicado.

Entre las implicaciones derivadas de este estudio debemos destacar la necesidad de tener en cuenta los resultados obtenidos en este tipo de investigaciones, a la hora de diseñar el proceso de formación inicial de los futuros profesores de secundaria con objeto de realizar actividades que favorezcan la consolidación de las ideas innovadoras (Pontes *et al.*, 2015) y, sobre todo, permitirles relacionar tales ideas con el desarrollo de competencias profesionales efectivas para la práctica educativa (Rivero *et al.*, 2014).

BIBLIOGRAFÍA

Abell, S. K. (2007). Research on Science Teacher Knowledge. En Abell y Lederman (eds.). *Handbook of Research on Science Education*. Londres: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Campanario, J.M. (1998). ¿Quiénes son, qué piensan y qué saben los futuros maestros y profesores de ciencias?: una revisión de estudios recientes. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 33, 121-140.

Contreras, A. (2010). *Las creencias y actuaciones curriculares de los profesores de ciencias de Secundaria de Chile*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

Fuentes, M.J., García, S. y Martínez, C. (2009) ¿En qué medida cambian las ideas de los futuros docentes de Secundaria sobre qué y cómo enseñar, después de un proceso de formación? *Revista de Educación*, 349, 269-294

García Carmona, A. (2013). Educación científica y competencias docentes: Análisis de las reflexiones de futuros profesores de Física y Química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Extra), 552-567.

- Marín, N. y Benarroch, A. (2010). Cuestionario de opciones múltiples para evaluar creencias sobre el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 28 (2), 245-260.
- Martínez Aznar, M., Martín, R., Rodrigo, M., Varela, M.P., Fernández, M.P. y Guerrero, A. (2001) ¿Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), 67-88.
- Mellado, V., Blanco, L. y Ruiz, C. (1999). *Aprender a enseñar ciencias experimentales en la formación inicial de profesorado*. Badajoz: ICE de la Universidad de Extremadura.
- Oliva, J.M. (2008). Metodología y recursos educativos: Diseño de materiales didácticos y actividades de aprendizaje. En A. Pontes (Coord.): *Aspectos generales de la formación psicopedagógica del profesorado de enseñanza secundaria*. Córdoba: Servicio de Publicaciones de la UCO.
- Pontes, A., Poyato, F.J. y Oliva, J.M. (2015). Concepciones sobre el aprendizaje en estudiantes del máster de profesorado de enseñanza secundaria del área de ciencia y tecnología. *Profesorado: Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 19(2), 225-243
- Pontes, A. y Poyato, F. (2016). Análisis de las concepciones del profesorado de secundaria sobre la enseñanza de las ciencias durante el proceso de formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3). (En prensa).
- Porlán, R., Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemológico de los profesores II: Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 271 – 289
- Ravanel, L.E. y Quintanilla, M. (2012). Concepciones del profesorado de biología en ejercicio sobre el aprendizaje científico escolar. *Enseñanza de las ciencias*, 30 (2), 33-54.
- Rivero, A., Martínez, M., Pontes, A. y Oliva, J.M. (2014). ¿Qué estamos enseñando y qué deberíamos enseñar desde la didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado de secundaria? En M.A. de las Heras y Otros (Eds): *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante*. Huelva: Servicio de Publicaciones de UHU.
- Solís, E., Porlán, R. y Rivero, A. (2012). ¿Cómo representar el conocimiento curricular de los profesores de ciencias y su evolución? *Enseñanza de las ciencias*, 30(3), 9-30
- Solís, E., Martín, R., Rivero, A y Porlán, R. (2013). Expectativas y concepciones de los estudiantes del MAES en la especialidad de Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Extra), 496-513.
- Vilches, A. y Gil, D. (2010). Máster de Formación Inicial del Profesorado de Enseñanza Secundaria. Algunos análisis y propuestas. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 7(3), 661-666.

Uso de estándares de aprendizaje evaluables de la LOMCE en la enseñanza de las ciencias: Primaria, Secundaria y Magisterio

Ponz, A.,^{1,2} Carrasquer, B.,³ Álvarez, M. V.,^{1,2} Laguna, J. I.,⁴ Esterán, P.,⁵ Górriz, M.,^{1,6} Carrasquer, J.^{1,2}

¹*Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, Universidad de Zaragoza, Ciudad Escolar s/n, 44003 Teruel. España.*

²*Grupo Beagle. Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón. Universidad de Zaragoza.*

³*Instituto Universitario de Investigación Mixto “Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos”. Universidad de Zaragoza.*

⁴*Departamento de Matemáticas. Universidad de Zaragoza.*

⁵*Departamento de Filología Española. Universidad de Zaragoza.*

⁶*Departamento de Filología Inglesa y Alemana. Universidad de Zaragoza.*

adrian.ponz@unizar.es.

RESUMEN

Se han analizado varias competencias científicas, usando estándares de aprendizaje evaluables de la LOMCE de 6º de Primaria, mediante la evaluación de 4 pruebas realizadas por estudiantes de diferentes etapas educativas: Primaria, Secundaria y Universidad (Magisterio). Un poco más de la mitad de los estudiantes consiguieron alcanzar esas competencias básicas. No se encontraron diferencias significativas entre los datos obtenidos en las diferentes etapas educativas estudiadas. Sin embargo, en el caso de los estudiantes de Magisterio, se observó un mejor rendimiento en los que habían accedido a la titulación a través de la PAU, y también en los que habían cursado bachillerato de ciencias o tecnológico. Estos resultados muestran que gran parte de los estudiantes de Magisterio no tienen los conocimientos suficientes para poder enseñar en un futuro próximo contenidos de ciencias experimentales con su alumnado, corroborando así resultados de otros estudios, realizados con otras metodologías y en otras áreas.

Palabras clave

Estándares de aprendizaje evaluables, Magisterio, Educación Secundaria, Educación Primaria, Enseñanza de las Ciencias Experimentales.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los resultados PISA obtenidos en nuestro país distan mucho de lo que correspondería a un sistema educativo de una sociedad avanzada. El último informe, realizado con los datos recopilados en 2012 (OCDE, 2016), nos muestra que más de uno de cada cuatro estudiantes de 15 años, en los países OCDE, no habían alcanzado un nivel de conocimientos básicos en al menos una de las tres asignaturas principales evaluadas por PISA: lectura, matemáticas y ciencias. Además, nos revela el perfil de quién presenta más riesgos de tener un rendimiento bajo: una alumna desfavorecida socio-

económicamente que viva en una familia monoparental y en una zona rural, de origen inmigrante, que en casa hable un idioma distinto al que se usa en sus clases, que no haya recibido educación preescolar, haya repetido un curso y esté recibiendo formación técnica-profesional (83% de probabilidad). Otro dato interesante que aporta este informe es que los estudiantes de centros en los que el profesorado alienta al alumnado y mantiene su moral alta tienen menos probabilidades de alcanzar un bajo rendimiento, mientras que los que aprenden con profesorado que tiene pocas expectativas con ellos, y se ausentan con más frecuencia, tienen más probabilidades de tener un rendimiento bajo en matemáticas, incluso teniendo en cuenta el nivel socioeconómico de los alumnos y los centros escolares.

Si nos centramos en la formación del profesorado actual, podemos leer en los medios de comunicación del último lustro cómo se ha puesto en entredicho la preparación de los maestros/as españoles. Esto ha llevado a que algunas comunidades autónomas se hayan visto obligadas a exigir una calificación mínima, en algunas materias PAU, a los aspirantes que deseen formarse en un Grado de Magisterio, al considerar que estos docentes tienen que cumplir un mínimo de competencias. En las últimas asambleas de Decanos y Directores de Educación existen diversos movimientos de discusión respecto a la profesión de Magisterio. Su relevancia en la formación de los ciudadanos y, por lo tanto, en el desarrollo del país es de una gran importancia. Se discute la necesidad de pruebas de acceso propias de Magisterio, la necesidad de revisar la formación preuniversitaria, los currículos universitarios, la idoneidad del perfil de Magisterio, las elevadas tasas de éxito de un perfil medio de estudiante. Asimismo, se debate el elevado número de estudiantes que egresan todos los años de las universidades, que no se corresponde a las necesidades sociales de empleabilidad, y si esta situación debiera tener un reflejo en la disminución de matrícula en estas titulaciones, etc.

En los planes actuales de las titulaciones de Grado de Magisterio, observamos que se priorizan notablemente las competencias pedagógicas y psicológicas, a pesar de los resultados que ponen de manifiesto algunos estudios (Ponz, Carrasquer, Laguna, Esterán, Górriz, Álvarez y Carrasquer, en prensa), y lo que recomienda la ANECA (2015, 194): “El futuro profesor o profesora necesita poseer: [...] un conocimiento completo de la materia o materias que deba enseñar, así como la capacidad de realizar diseños disciplinares e interdisciplinares coherentes”; y también lo comentado mucho antes por algunos autores, como Shulman (1986), quién resalta la relevancia de las materias específicas para enseñar en la formación del profesorado, estableciendo tres categorías del conocimiento profesional del docente: conocimiento de la materia específica, conocimiento del contenido pedagógico (didáctica) y conocimiento curricular.

Socas (2011) muestra enormes deficiencias de los estudiantes que inician los estudios de Magisterio en conocimientos básicos de Matemáticas, y presta especial atención al escaso éxito en cuestiones en las que no necesitan realizar cálculos, sino realizar estimaciones o aplicar el sentido común. Desafortunadamente, es un problema generalizado, como revelan Contreras, Carrillo, Zakaryan, Muñoz-Catalán y Climent (2012, p. 453): “Nuestro trabajo es una prueba más de la deficiente formación matemática con la que acceden muchos estudiantes para maestro a los centros de formación del profesorado”. Sáenz (2007), realizando pruebas PISA con estudiantes de Magisterio, observa que éstos no poseen en grado suficiente ni las competencias matemáticas, ni las actitudes positivas ante las matemáticas identificadas en PISA, lo que revela las posibles dificultades que van a tener estos futuros maestros/as para dirigir un proceso de aprendizaje de sus alumnos, encaminado al dominio funcional de las Matemáticas, cuando ellos mismos no han adquirido antes esa competencia. Estas carencias no ocurren únicamente en el ámbito

de las matemáticas, también aparecen en otras disciplinas trabajadas, como lengua, ciencias experimentales e inglés (Ponz *et al.*, en prensa).

Los programas de formación inicial de maestros/as tienen como objetivo que los estudiantes de magisterio empiecen a desarrollar las competencias docentes necesarias para la enseñanza (ANECA, 2005), es decir, que aprendan el conocimiento específico para ser usado en las situaciones de enseñanza de tópicos particulares (Chamorro, 2003). Sin embargo, cuando se diseñan los programas de formación de las titulaciones de Magisterio, no se tiene en cuenta que el/la maestro/a generalista debe planificar, gestionar e interpretar situaciones de enseñanza-aprendizaje de tópicos específicos, vinculadas al desarrollo de ciudadanos/as competentes y, por lo tanto, que debe enseñar las materias del currículo: matemáticas, lenguas, ciencias sociales y experimentales, etc. (Llinares, 2009). En cierta forma, también ocurre lo mismo cuando los investigadores estudian y analizan las competencias que debe tener un buen docente: muy pocos son los que especifican el conocimiento de la disciplina como una competencia, como se puede observar en la revisión de Tejada (2009).

El objetivo de este trabajo no es valorar el interés pedagógico, didáctico o académico de esta metodología de evaluación establecida por la LOMCE, que ha recibido ya algunas objeciones por parte de la inspección educativa (Martínez, 2014), sino el de analizar varias competencias científicas de los estudiantes de diferentes etapas educativas mediante el uso de los estándares de aprendizaje evaluables, haciendo un especial hincapié en los estudiantes de Magisterio, quienes, supuestamente, tendrán que usarlos en el futuro para evaluar a su propio alumnado.

METODOLOGÍA

En el curso 2014-15, se pasaron cuatro pruebas diferentes, en papel o en formato web (según preferencia de los centros), sobre diversos aspectos de la vida cotidiana, a 328 estudiantes de diferentes etapas educativas: 46 de Educación Primaria, 78 de Educación Secundaria y 204 de Magisterio (cursos 1º, 2º y 3º; Tabla 1). La temática de las mismas fue: *prueba 1*, recibo del agua; *prueba 2*, etiqueta de un envase de leche; *prueba 3*, artículo de periódico sobre un problema ambiental; *prueba 4*, texto de libro divulgativo con contenido científico (ver en http://web-ter.unizar.es/cienciate/publico/piiduz_14_462). En todas ellas se plantearon cuestiones sobre las siguientes disciplinas: matemáticas, ciencias naturales, lengua castellana y lengua extranjera (inglés). Para evaluar las respuestas de todo el alumnado se usaron estándares de aprendizaje evaluables de 6º de Primaria relacionados directamente con las cuestiones de las pruebas, extraídos de la normativa educativa LOMCE de la Comunidad Autónoma de Aragón (Orden de 16 junio de 2014 del Currículo de Educación P. de Aragón), calificando cada uno de ellos con valores comprendidos entre 1 y 5 (Tabla 1).

Las respuestas dadas por el alumnado fueron corregidas por el profesorado especialista de cada materia (Matemáticas, Lengua, Ciencias Experimentales e Inglés), y se analizaron posteriormente mediante el paquete estadístico SPSS.

En este trabajo, se muestran y valoran únicamente los resultados obtenidos en el área de las Ciencias Experimentales. En algunos análisis se obvian alguna/s prueba/s por falta de datos en su cumplimentación.

RESULTADOS

Las cuestiones científicas de la prueba del recibo del agua consiguieron superarla el 53% del alumnado consultado (en Magisterio, el 46%; calificación media de todos los estudiantes = 2,72; d.t. = 0,76; n = 85); las de la etiqueta del envase de la leche, el 57% (en Magisterio, el 48%; calificación media de todos los estudiantes = 2,72; d.t. = 0,87; n = 106), la del artículo de periódico, el 78% (en Magisterio, el 73%; calificación media de todos los estudiantes = 2,99; d.t. = 0,75; n = 74); y la del libro divulgativo, el 52% (en Magisterio, el 56%; calificación media de todos los estudiantes = 2,61; d.t. = 0,76; n = 62).

Pruebas	Magisterio	Secundaria	Primaria	Totales por prueba	Nº de estándares
(1) Recibo del agua	19	20	46	85	9
(2) Etiqueta envase de leche	79	27	0	106	9
(3) Artículo periódico	55	19	0	74	8
(4) Libro divulgativo	50	12	0	62	7
Totales	203	78	46	327	33

Est.CN.1.1.1. Busca, selecciona y organiza información concreta y relevante sobre hechos o fenómenos naturales, la analiza, obtiene conclusiones, comunica su experiencia, reflexiona acerca del proceso seguido y lo comunica oralmente y por escrito.

Est.CN.1.1.2. Utiliza medios propios de la observación.

Est.CN.1.1.3. Consulta y utiliza documentos escritos, imágenes y gráficos.

Est.CN.1.3.1. Utiliza, de manera adecuada, el vocabulario correspondiente a cada uno de los bloques de contenidos.

Est.CN.1.1.4. Desarrolla estrategias adecuadas para acceder a la información de los textos de carácter científico.

Est.CN.1.4.4. Presenta las tareas de manera ordenada, clara y limpia, en soporte papel y digital.

Est.CN.4.2.1. Utiliza diferentes procedimientos para la medida de la masa y el volumen de un cuerpo.

Est.CN.2.3.6. Observa, identifica y describe algunos avances de la ciencia que mejoran la salud (medicina, producción y conservación de alimentos, potabilización del agua, etc.).

Est.CN.4.4.4. Identifica y explica los beneficios y riesgos relacionados con la utilización de la energía: agotamiento, lluvia ácida, radiactividad, exponiendo posibles actuaciones para un desarrollo sostenible.

Tabla 1. Número de pruebas realizadas por los estudiantes en cada etapa educativa y número de estándares de aprendizaje usados en el área de las Ciencias Experimentales para la evaluación de las pruebas. Se incluyen hipervínculos a las pruebas online usadas para su visualización. A modo de ejemplo, se muestran los estándares de aprendizaje evaluables de 6º de Ed. Primaria utilizados para la corrección de las cuestiones relacionadas con las Ciencias Experimentales en la prueba 2 de la etiqueta del envase de leche.

La calificación media global obtenida en las cuestiones de ciencias experimentales de las pruebas fue 2,76 (se = 0,80, n = 327). Tras el análisis de las pruebas (Prueba de Kolmogorov-Smirnov = 0,081; p < 0,05), en las diferentes etapas educativas, se observó que el promedio de calificaciones de ciencias de los estándares por alumno no variaba significativamente entre los diferentes cursos (Kruskal-Wallis $\chi^2 = 5,224$, g.l. = 4, n.s., n = 327; Figura 1a), aunque sí entre los diferentes tipos de ingreso PAU-FP (Kruskal-Wallis $\chi^2 = 7,486$, g.l. = 1, p = 0,006; n = 195; Figura 1b), y también según el tipo de bachillerato que había cursado el alumnado de Magisterio (Kruskal-Wallis $\chi^2 = 6,102$, g.l. = 2, p = 0,047, n = 164; Figura 1c). Además, se comprobó que las calificaciones medias obtenidas en ciencias decrecían significativamente a medida que aumentaba la edad del estudiante (Correlación de Kendall = -0,102, p = 0,009, n = 198). También se encontró una relación significativa entre las calificaciones que cada estudiante obtuvo en los estándares de ciencias y las recibidas en los de ámbito matemático (Correlación de Kendall = -0,497; p

< 0,0001). Sin embargo, no se encontró ninguna relación entre la calificación obtenida en ciencias en la prueba y su nota de ingreso a la titulación de magisterio por PAU o FP (Correlación de Kendall = -0,010, n.s., n = 198).

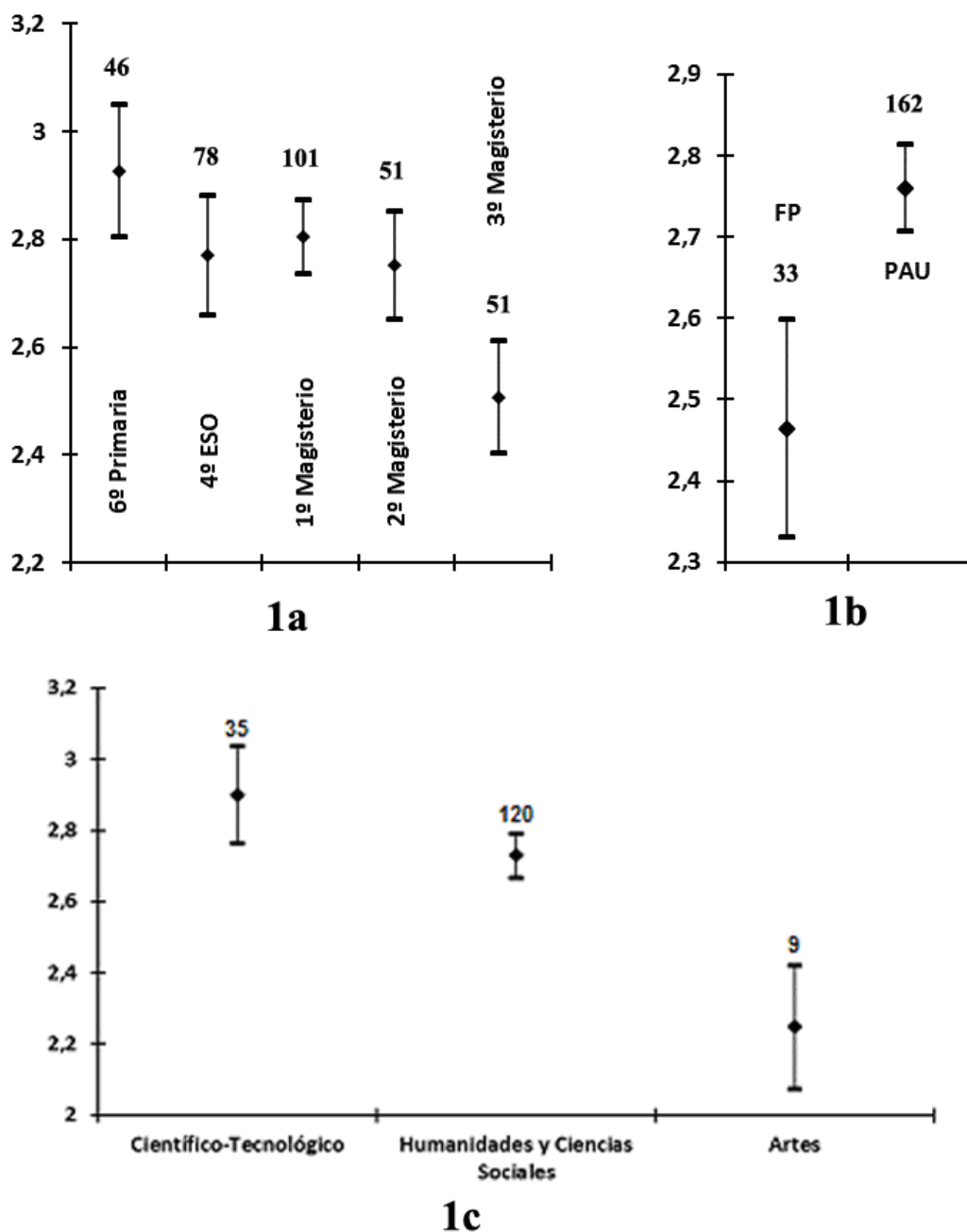


Figura 1a. Calificaciones medias obtenidas en los estándares de aprendizaje de ciencias experimentales por curso. Se muestra la media ± error estándar. El número situado encima señala el número de pruebas analizadas en cada grupo. Figura 1b. Calificaciones medias obtenidas por los estudiantes de magisterio según el tipo de ingreso a la titulación. Se muestra la media ± error estándar. Figura 1c. Calificaciones medias obtenidas en las pruebas realizadas por estudiantes de Magisterio según el tipo de bachillerato cursado. Se muestra media ± error estándar.

DISCUSIÓN

El reciente informe de la Comisión Europea *Science Education for Responsible Citizenship* nos recuerda que Europa se enfrenta a un déficit de personas con conocimientos científicos en todos los niveles de la sociedad y la economía (Ryan, 2015). También nos sugiere que debemos encontrar mejores maneras de nutrir la curiosidad y los recursos cognitivos de los niños/as. Para ello, tenemos que mejorar el proceso educativo formando mejor a los futuros investigadores y a otros actores, *con los conocimientos necesarios*, la motivación y el sentido de responsabilidad de la sociedad para participar de forma activa en procesos de innovación.

Sin embargo, la realidad actual manifestada mediante los resultados obtenidos en diversos estudios (Sáenz, 2007; Socas, 2011; Contreras *et al.*, 2012; Ponz *et al.*, en prensa) como los que aquí presentamos, en relación a la adquisición de competencias básicas relacionadas con las Ciencias Experimentales, nos muestra que los estudiantes españoles presentan todavía deficiencias importantes en cuanto a los conocimientos de las disciplinas específicas.

Los datos recogidos en este trabajo, nos muestran que las competencias científicas adquiridas por los/as maestros/as en formación no son mayores que las adquiridas por los estudiantes de otras etapas educativas, incluida aquella en la que tendrán que actuar como docentes, donde deberían aplicar las sugerencias de mejora recomendadas en los informes de la Comisión Europea sobre la Enseñanza de las Ciencias Experimentales (Rocard, 2007; Ryan, 2015). Sorprende encontrar cómo estas competencias adquiridas disminuyen significativamente con el aumento de la edad del alumnado. Es posible que la diversidad de edades que se presentan en los diferentes cursos de las titulaciones de Magisterio haya imposibilitado encontrar diferencias significativas entre los cursos analizados.

Por otro lado, también se observa que los estudiantes de Magisterio que han cursado un bachillerato de ciencias han adquirido más competencias básicas que el resto, como se muestra en el estudio de Sáenz (2007), donde el alumnado de bachillerato de ciencias sociales manifiesta unas actitudes más negativas hacia las matemáticas que los que cursan el de ciencias de la salud o el tecnológico. En nuestro trabajo también se comprueba que están más preparados en competencias científicas aquellos estudiantes de Magisterio que se matricularon en la titulación a través de PAU, frente a los que lo hicieron mediante sus estudios de Formación Profesional.

Todos estos datos nos llevan a una misma pregunta: ¿podemos mejorar la enseñanza de las ciencias en los colegios actuando únicamente sobre metodologías y recursos didácticos innovadores en la formación del profesorado? Couso (2014) nos recuerda críticamente, tomando el ejemplo de la enseñanza a través de la indagación, que no es suficiente con indagar, sino que las actividades prácticas que realizamos con nuestro alumnado han de estar conectadas con el mundo de las ideas, la teoría y el conocimiento científico y, para ello, los maestros en formación deben haber adquirido las competencias básicas vinculadas a la disciplina. Probablemente, el problema planteado aquí y en los otros estudios citados tenga una fácil solución, por su amplitud y complejidad de actuación. Solo pretendemos provocar una reflexión en las instituciones implicadas.

En el momento actual, se está continuando con la realización de estas pruebas multidisciplinares en las diferentes etapas educativas, con el fin de descubrir posibles factores que influyen en el nivel de competencias de los estudiantes en distintas áreas académicas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a los proyectos PIIDUZ_14_462 y PIIDUZ_15_165, patrocinados por la Universidad de Zaragoza. El Grupo Beagle de Investigación Aplicada está financiado por el Gobierno de Aragón y el Fondo Social Europeo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANECA (2005). *Libro blanco para el título de Grado en Magisterio*. Madrid: Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación.

Contreras, L.C., Carrillo, J., Zakaryan, D., Muñoz-Catalán, M.C. y Climent, N. (2012). Un Estudio Exploratorio sobre las Competencias Numéricas de los Estudiantes para Maestro. *Boletim de Educação Matemática*, 26 (42B), 433-457.

Chamorro, M.C. (2003). *Didáctica de las matemáticas*. Madrid: Pearson-Prentice Hall.

Couso, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. *Actas de los 26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Huelva, 10 al 12 de septiembre de 2014. Conferencia Inaugural. Último acceso el 22 de enero de 2016, desde http://uhu.es/26edce/actas/docs/conferencias/pdf/26ENCUENTRO_DCE-ConferenciaPlenariaInaugural.pdf

Llinares, S. (2009). Competencias docentes del maestro en la docencia en matemáticas y el diseño de programas de formación. *Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 51, 92-101.

Martínez, U. (2014). El nuevo marco curricular en Aragón. Objeciones. *Avances en supervisión educativa*, 22, 1-20.

OCDE (2016), *Low-Performing Students: Why They Fall Behind and How To Help Them Succeed*. PISA, OECD Publishing, Paris. Último acceso el 22 de enero de 2016, desde http://www.oecd-ilibrary.org/education/low-performing-students_9789264250246-en

Ponz, A., Carrasquer, J., Laguna J. I., Esterán, P., Górriz, M., Álvarez, M.V. y Carrasquer, B. (en prensa). Perfil del alumnado de los Grados de Magisterio en función de los estándares de aprendizaje evaluables de la LOMCE. En Membiela, P., Casado, N. y Cebreiros, M.I. (Eds.). *La docencia universitaria: desafíos y perspectivas* (en prensa). Ourense: Educación Editora.

Rocard, M. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission. Último acceso el 9 de febrero de 2015, desde http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

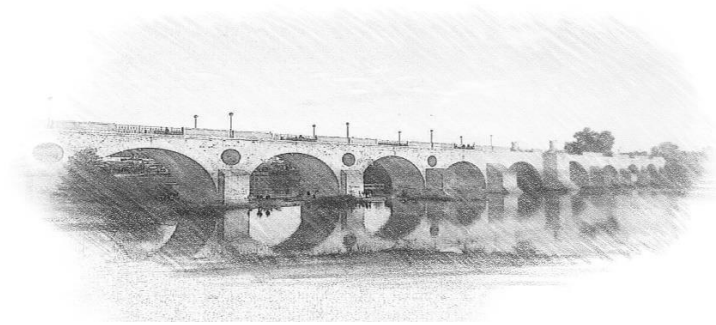
Ryan, C. (2015). *Science Education for Responsible Citizenship*. European Commission. Último acceso el 29 de diciembre de 2015, desde http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.

Sáenz, C. (2007). La competencia matemática (en el sentido de PISA) de los futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 355-366.

Socas, M.M. (2011). Aprendizaje y enseñanza de las Matemáticas en Educación Primaria. Buenas prácticas. *Educatio Siglo XXI*, 29 (2), 199-224.

Tejada, J. (2009). Competencias docentes. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 13 (2), 1-15. Último acceso el 22 de enero de 2016, desde <https://www.ugr.es/~recfpro/rev132COL2.pdf>



PÓSTERES

Línea 3. Investigación en la enseñanza de las ciencias

El uso de simuladores como recurso didáctico para la enseñanza de las ciencias a través de la modelización

Aragón, L., Jiménez-Tenorio, N.

*Departamento de Didáctica, área de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
Universidad de Cádiz. España*

lourdes.aragon@uca.es

RESUMEN

En el presente trabajo se analizan las percepciones de 64 estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria sobre el uso de simuladores como recursos TICs para trabajar contenidos relacionados con el sistema Sol-Tierra en el marco de una secuencia didáctica basada en la modelización. Al mismo tiempo se analiza la idoneidad sobre dicho recurso atendiendo a las intenciones didácticas propuestas y los resultados obtenidos tras su implementación. Los estudiantes parecen percibir estas herramientas como positivas proponiendo algunas propuestas de mejora como el uso de simuladores con preguntas menos dirigidas. Por otro, profesorado y alumnado coincide en el uso de estos recursos tanto durante como al final de la estrategia empleada con el objeto de contribuir a la competencia de modelización. Este tipo de recursos abre una nueva línea de innovación referente a los recursos en la enseñanza de la ciencia, como es la realidad aumentada.

Palabras clave

Simuladores, TICs, Sol-Tierra, modelos, formación inicial de maestro/a

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) son recursos cada vez más utilizados como herramientas virtuales de las cuales profesores y alumnos hacen uso para llevar a cabo el proceso educativo. El uso de las TICs en la enseñanza suelen estar bien valoradas, tanto por alumnos como por el profesorado, dado a la importancia y multitud de posibilidades que ofrecen (Morales, Trujillo y Raso, 2015). Entre las ventajas que presentan, estos autores comentan algunas, por ejemplo, su capacidad de motivar y captar la atención del alumnado o bien, facilitar la gestión y la construcción del conocimiento por los estudiantes.

En el caso de la enseñanza de las ciencias, estas herramientas pueden ser muy diversas y encontrarse con multitud de modalidades, desde videojuegos, laboratorios virtuales hasta simuladores. Estos últimos se definen como herramientas computacionales dinámicas que representan modelos simplificados de sistemas o procesos que de otra manera serían más costosos y/o peligrosos de investigar, otorgando a los participantes realizar cambios en una o varias variables y observar los efectos en tiempo real, lo que permite que estos reciban información inmediata sobre los resultados de los experimentos o de la exploración de las propiedades de un sistema (Talanquer, 2014). Las características de estos simuladores lo convierten en un recurso didáctico potencialmente útil para su uso en las clases de ciencias, integrados en estrategias o enfoques actuales y emergentes en didáctica de las ciencias como son los procesos de enseñanza-aprendizaje basados en la modelización. Diversos estudios constatan la importancia de los modelos tanto en la

ciencia como en la educación científica, constituyendo mediadores entre el mundo observable y las teorías (Gilbert, Boutler y Rutherford, 1998; Halloun, 1996). Actualmente existe un gran interés en enfocar la enseñanza basada en modelos como un foco de referencia y la modelización como proceso y competencia a desarrollar en los estudiantes (Oliva y Aragón, 2009).

Desde hace algunos años, el equipo docente del área de didáctica de las ciencias experimentales de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Cádiz, llevamos desarrollando una línea de investigación en torno al uso de modelos como recursos didácticos y los enfoques basados en la modelización en la formación inicial del profesorado. Nuestros estudios se centran en constatar el valor de dichos recursos en el aprendizaje de los estudiantes y justificar su interés tanto desde la perspectiva de los investigadores como de los alumnos. Con respecto a la utilización de modelos, estudios anteriores señalan que los maestros en formación inicial valoran muy positivamente el uso de los modelos analógicos utilizados a lo largo de la secuencia didáctica desarrollada durante la asignatura y la utilización de estos recursos para su futura práctica docente. Si bien, en el caso particular de los simuladores empleados, sus valoraciones no fueron las mejores respecto a otros modelos utilizados, en contra de lo que podría esperarse en un principio (Aragón, Jiménez-Tenorio y Oliva, 2014; Jiménez-Tenorio, Aragón y Oliva, 2015).

En este sentido, nuestro propósito principal con este estudio es indagar en el uso de otros simuladores que se ajusten mejor a los propósitos didácticos que se pretenden abordar en la asignatura atendiendo a las posibilidades didácticas que pueden proporcionar desde los enfoques basados en la modelización. Además, se tendrán en cuenta las percepciones de los estudiantes respecto a los simuladores empleados con la intención de mejorar el diseño de nuestra propuesta de aprendizaje orientada a contribuir a la competencia de modelización en la formación inicial del profesorado.

MARCO TEÓRICO

La modelización es una parte fundamental y necesario en el pensamiento científico. De igual manera, desde el punto de vista educativo, también desempeña un papel primordial en la didáctica de las ciencias (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2009). En este contexto, el aprendizaje a partir de modelos está proporcionando secuencias didácticas, propuestas metodológicas y recursos de aula que asienta aún más este nuevo enfoque para la enseñanza de las ciencias.

Distintos estudios sugieren que la competencia de modelización abarca una serie de dimensiones que contemplan capacidades y tareas como usar modelos, manejar representaciones, valorar la utilidad de estos instrumentos, relacionar distintos modelos o representaciones y gestionar su uso en distintas circunstancias, comprender la naturaleza de los modelos, evaluar su alcance y limitaciones o participar en la creación de nuevos modelos (Justi, 2009; Oliva y Aragón, 2009; Prins, 2010). Así, el enfoque basado en modelos intenta conceder mayor protagonismo a los alumnos, que éstos adquieran y desarrollen conocimientos, habilidades, destrezas y valores necesarios para llevar a cabo la tarea de modelización científica. En una secuencia en orden creciente de dificultad y complejidad sería: aprender modelos; aplicar los modelos aprendidos; revisar los modelos aprendidos; participar en la reconstrucción de modelos escolares; e idear modelos nuevos (Justi y Gilbert, 2002).

Los recursos que acompañan a este tipo de enfoque de enseñanza suelen ser maquetas, dibujos, experimentos mentales, modelos mecánicos, escenificaciones personificadas, pero también, hoy en día, va cogiendo más importancia las simulaciones por ordenador.

ESCENARIO FORMATIVO

El estudio se realizó en el ámbito de un proceso formativo dirigido a futuros profesores de Educación Primaria, en la asignatura de Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I del tercer curso del Grado de la Universidad de Cádiz y sobre la que se desarrolla un proyecto de innovación y mejora docente, puesto en marcha en el curso académico (2015-2016). El objetivo principal de éste es mejorar la competencia científica del alumnado del grado de primaria a través de la modelización. Para ello nos apoyamos en uno de los temas estudiados en dicha asignatura, el cual ocupa gran parte de la docencia de la misma. Se trata del sistema Sol-Tierra abordado a través del problema de la interpretación del fenómeno de las estaciones. Es un tópico ampliamente empleado como foco de aprendizaje en la formación inicial de maestros/as, reiteradamente estudiado a lo largo del currículum escolar tanto en la Educación Primaria como en Secundaria, y objeto de estudio también en numerosas investigaciones (Vega, 2001; Vílchez y Ramos, 2015). No obstante, se constatan muy pocas publicaciones orientadas hacia su aprendizaje a través de la modelización.

Al objeto de movilizar los modelos explicativos de los estudiantes, se plantea una experiencia de aprendizaje orientada desde un marco socioconstructivista, que responde a una estrategia de intervención basada en la vivencia de los propios alumnos teniendo ocasión de participar como aprendices en propuestas innovadoras y de reflexión. En ella, los modelos analógicos suponen recursos diversos y reiterados que se emplean en distintas fases del proceso formativo, por un lado, como ocasión para hacer evolucionar sus modelos intuitivos y, por otro, como estrategia para desarrollar capacidades y valores epistémicos vinculados a la competencia de modelización. Esta experiencia se articula en torno a tres fases:

1ª Fase: Trabajo con las concepciones de los futuros maestros. Se pretende que los alumnos tomen conciencia de lo que saben y de la validez de ese conocimiento para dar respuesta a los hechos cotidianos. A través de ella se produce el oportuno desequilibrio (crisis), entre lo que saben y la necesidad de buscar nuevos esquemas explicativos.

2ª Fase: Experimentación. El planteamiento de problemas en la enseñanza lleva aparejado casi siempre un proceso de experimentación. En ocasiones, al estar experimentando con los modelos surgen nuevos problemas, o se descarta la hipótesis anterior y se aventura una nueva. Para ello disponen de materiales y recursos como plastilina, globos terráqueos, flexos, palillos, cuerda, cinta métrica, hula hoop, simuladores, etc., lo que viene a conformar un conjunto de modelos analógicos empleados como recurso de enseñanza-aprendizaje.

3ª Fase: Elaboración, contraste y revisión de conclusiones. En un punto del proceso, cuando ya la mayoría de los grupos tienen capacidad para integrar en un sólo modelo las explicaciones a los diferentes hechos de la realidad sobre los que se han estado cuestionando, se les invita a elaborar sus conclusiones explicitando el modelo construido.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente comunicación constituye la fase inicial de una investigación donde pretendemos constatar el valor de los simuladores como recurso didáctico para el aprendizaje de los alumnos. Más concretamente se pretende abarcar dos aspectos: a)

conocer las percepciones que manejan los estudiantes sobre la utilidad de los simuladores como herramienta para la modelización y para trabajar contenidos relacionados con el sistema Sol-Tierra, y b) evaluar el grado de adecuación del propio simulador como actividad de síntesis para que nos permita reflexionar, redirigir y actuar sobre la práctica docente con visión a mejorar la formación inicial de maestros en estos temas.

El estudio se ha realizado sobre un grupo clase de 64 estudiantes, agrupados en 13 grupos de trabajo de 4 o 5 sujetos. Durante 12 sesiones (18 horas) los alumnos realizaron la mencionada experiencia de aprendizaje en torno a los movimientos relativos del sistema Sol-Tierra. Al final de la fase de experimentación (2ª fase) se realizó una actividad para todo el alumnado que consistía en tres simuladores. Es necesario comentar que aunque existía una trama de problemas y actividades de referencia donde hacían uso de los diferentes modelos, no todos los grupos siguieron exactamente el mismo itinerario y ni siquiera todos completaron las mismas actividades siempre.

Los tres simuladores elegidos por los docentes pertenecen a la organización Education Services Australia Ltd. Son de acceso libre y la forma de proceder en cada simulador es muy similar entre ellos. El alumno introduce su nombre para comenzar a usar el simulador. Cada simulador tiene un número de páginas variable, entre 15 y 38, las cuales se configuran en base a una serie de tareas. Estas páginas son interactivas y en ellas existen preguntas que deben ser contestadas para poder continuar (figura 1). Al finalizar, se genera un informe con las respuestas realizadas que el alumno puede guardar y revisar para mejorar si quiera realizar otro intento.

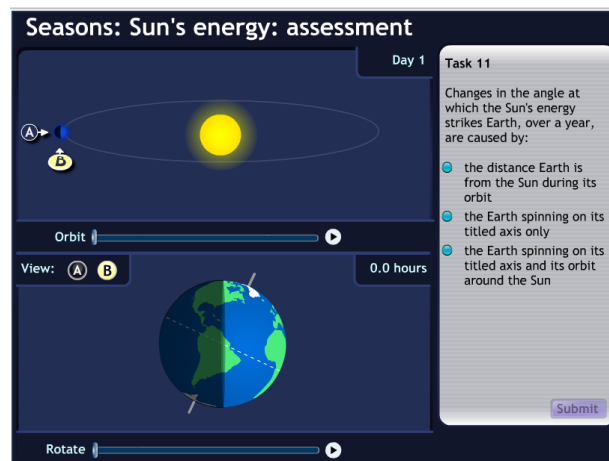


Figura 1. Ejemplo de uno de los simuladores utilizados en el estudio (Fuente: Education Services Australia Ltd).

Las tareas de cada uno de los simuladores están estructuradas en base a una serie de intenciones didácticas (A, B, C y D), las cuales se especifican a continuación:

- Simulador nº 1 (<http://www.scootle.edu.au/ec/viewing/L8968/index.html>). A) relacionar el movimiento de rotación de la Tierra y de traslación alrededor del Sol con las estaciones; B) relacionar el cambio de ángulo de la energía del Sol que llega a la Tierra con dichos movimientos y C) relacionar el ángulo del Sol que llega a la Tierra con el calentamiento de la Tierra.
- Simulador nº 2 (<http://www.scootle.edu.au/ec/viewing/L8966/index.html>). A) describir el movimiento de rotación de la Tierra sobre su eje inclinado y el movimiento de traslación alrededor del Sol, B) relacionar ambos movimientos con las estaciones; C) relacionar el cambio de elevación del Sol en el cielo con las estaciones y con la duración del día.

- Simulador nº 3 (<http://www.scootle.edu.au/ec/viewing/L8967/index.html>). A) analizar los datos sobre la duración del día mediante la interpretación de una tabla y/o un gráfico; B) explicar cómo la duración del día está relacionada con la rotación de la Tierra sobre su eje inclinado y su traslación alrededor del Sol; C) describir la relación entre: latitud, duración del día y órbita de la Tierra alrededor del Sol; D) describir cómo los cambios en las horas de luz pueden influir en la temperatura en un lugar durante un año.

Los instrumentos utilizados para la presente investigación fueron, por un lado, un cuestionario elaborado por las docentes de 6 preguntas abiertas que se muestra a continuación, y que se completaron de manera individual.

1. ¿Te ha resultado fácil o difícil este nuevo recurso? ¿Por qué?
2. ¿Prefieres los recursos y modelos utilizados en el laboratorio o estos recursos TICs? ¿Por qué?
3. ¿Qué ventajas e inconvenientes ves en el uso de estos recursos TICs respecto a los usados en el laboratorio?
4. ¿Cómo piensas que se podría mejorar la utilización de estos recursos?
5. ¿En qué momento del proceso de aprendizaje opinas que es mejor hacer uso de este recurso: al comienzo, durante o al final?
6. ¿Utilizarías este recurso como futuro docente en educación primaria para las clases de ciencias con tus alumnos? ¿Por qué?

Por otro, se contó con los informes individuales de cada simulador generados y enviados tras finalizar la actividad. Estos contenían las respuestas de los estudiantes a cada una de las tareas propuestas en cada uno de los simuladores.

Atendiendo a la información recogida por dichos instrumentos, se realizaron dos tipos de estudios; uno cualitativo a partir de las valoraciones efectuadas y los argumentos expuestos sobre la idoneidad del uso de cada uno de los simuladores utilizados como herramienta para la modelización y, más concretamente, para el estudio del sistema Sol-Tierra y las estaciones. Para este análisis se elaboró un sistema de categorías que contemplaba el sentido atribuido de cada participante en función a las preguntas que configuran el cuestionario. Esta categorización fue llevada a cabo conjuntamente por las autoras del trabajo, que consensuaron posiciones y decisiones en todo momento. Cuando no existía acuerdo inicial, se debatía el significado de las categorías delimitadas hasta alcanzar acuerdo. El segundo estudio realizado fue un análisis cuantitativo del porcentaje de respuestas correctas de las preguntas realizadas en los tres simuladores en relación a las intenciones didácticas. Para esto, hay que considerar que el uso del primer simulador fue obligatorio, mientras que los otros fueron voluntarios y se emplearon los resultados obtenidos en el primer intento del alumno.

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestra resumidamente los resultados obtenidos del presente estudio indicando las respuestas más frecuentes (y en porcentajes) para cada una de las cuestiones planteadas sobre el uso de los simuladores. Respecto al grado de dificultad de los simuladores empleados, el 75% de los estudiantes consideran que se tratan de recursos fáciles de utilizar y entre sus justificaciones más repetidas destacan que son recursos claros e intuitivos y que emplean imágenes aclaratorias. Por otro lado, el 25% de los estudiantes que opinan que se trataría de un recurso difícil, declaran la falta de conocimiento como la principal razón, les parecen que las imágenes son incompletas y las preguntas que se plantean son difíciles de entender. Asimismo, sobre su preferencia

entre los recursos y modelos utilizados en el laboratorio respecto a los simuladores, el 40,6% de ellos prefieren el uso de las TICs como único recurso, el 32,8% ambos y el 26,6% los recursos y modelos. Entre sus respuestas más frecuentes para justificar el uso exclusivo de los simuladores aluden a que se trataría de un recurso muy visual, claro que permiten comprender los contenidos tratados. Los estudiantes que indican ambos recursos responden mayoritariamente, que combinar ambos es lo ideal, y por otro, perciben que los dos tipos de recursos son muy diferentes ya que cada uno posee sus propias ventajas. Finalmente, los estudiantes que consideran solo el uso de modelos analógicos empleados en el laboratorio predominan entre sus respuestas que se trataría de recursos más manipulativos.

Pregunta (n° respuestas)	Respuestas	Frecuencia	%
P1: Difícil (n=25)	Falta de conocimientos	10	62,5
	Preguntas difíciles	5	31,3
P2: Fácil (n=63)	Imágenes aclaratorias	13	20,6
	Actividad clara/intuitiva	22	34,9
	Manipulativo/dinámico	6	9,5
	Tema ya trabajado previamente	8	12,7
	Con pega de cuestiones complicadas	6	9,5
P2: Recursos y modelos (n=19)	Más manipulativo	11	57,9
	Aclaratorios/afianza mejor conceptos	4	21,1
P2: TIC's (n=36)	Muestran contenidos de forma precisa	4	11,1
	Claridad/Compresión/visuales	12	33,3
	Sencillos/rápidos	7	19,4
P2: ambos (n=22)	Depende de la sesión	4	18,2
	Son muy diferentes/cada uno tiene unas ventajas	7	31,8
	La combinación de ambos es lo ideal	11	50,0
P3: negativo (n=69)	Adquisición de menor conocimiento/ falta conclusiones propias	11	15,9
	Distracción	5	7,2
	Limita al contenido de la pagina/poca flexibilidad del material	8	11,6
	Falta de colaboración en equipo	6	8,7
	Falta de manipulación/Falta contacto real	14	20,3
P3: positivo (n=105)	Fácil/Rápido	26	24,8
	Exactitud/realista	8	7,6
	Interactivo/ Dinámico	7	6,7
	Ameno/Motivante	15	14,3
	Visual/ Ilustrativo	15	14,3
	Menor necesidad de materiales	8	7,6
	facilita Repasar/consolidar conocimientos	5	4,8
	Innovador/uso nuevas tecnologías	6	5,7
P4: mejoras (n=75)	Con una herramienta menos dirigida y más manipulativa	9	12,0
	Combinandolo con laboratorio	6	8,0
	En multiples idiomas	14	18,7
	Incluir diferentes niveles de dificultad	41	5,3
	Usandolo como herramienta habitual/incorporandolos más	6	8,0
P5: Comienzo (n=9)	Ejercicios para reflexionar respuestas	9	12,0
	Para evaluar conocimientos previos	4	44,4
P5: Durante (n=52)	Para familiarizarse con el tema	3	33,3
	Una vez adquiridos los conocimientos básicos	8	29,6
	Complementar aprendizaje /complementar	8	29,6
P5: Final (n=27)	Sin motivo	10	37
	Con método de evaluación	7	13,5
P6: sí (n=95)	Repaso/Reforzar conocimientos	22	42,3
	Una vez adquiridos los conocimientos sin motivo	15	28,8
	Divertido/Motivante	7	13,5
	Facilita comprensión/afianzar conocimientos	22	23,2
P6: no (n=3)	Autoevaluativo	6	6,3
	Manipulativo/ interactivo	9	9,5
	Innovador/ uso de nuevas tecnologías	15	15,8
P6: depende (n=1)	Incompleto	1	33,3
	Cuestiones complejas	1	33,3
	Poco divertido	1	33,3
P6: depende (n=1)	Madurez alumnos	1	100

Tabla 1. Frecuencia y porcentajes de respuestas de cada una de las preguntas planteadas a los estudiantes sobre la utilidad de los simuladores (Fuente: Elaboración propia).

Respecto a los inconvenientes indicados por los estudiantes en el empleo de los simuladores se encuentran fundamentalmente tres. Estos son, ordenados de mayor a menor frecuencia de aparición en sus respuestas: la falta de manipulación y contacto real, una adquisición de menor conocimiento por la ausencia de generación de conclusiones propias, y la limitación de contenido que ofrece cada simulador, a lo que muchos se refieren como a la “poca flexibilidad del material”. Respecto a sus ventajas, los estudiantes indican que se tratan de recursos fáciles y rápidos, lo consideran amenos y motivadores, visuales e ilustrativos.

Cuando se les plantea proponer mejoras para la utilización de los simuladores, los estudiantes indican que se disponga de simuladores con múltiples idiomas, que se empleen simuladores como una herramienta menos dirigida y más manipulativa, y que se incorpore preguntas de reflexión. Con respecto al momento del proceso de aprendizaje en el cuál situar el uso de los simuladores, sus respuestas fueron muy diversas. Sólo el 6,3% de los estudiantes indicó el uso de simuladores al inicio de la secuencia didáctica. El 29,7%, opinan que los simuladores debían de utilizarse al final de la secuencia didáctica, indicando en sus explicaciones que se tratan de recursos que permiten reforzar y repasar

los conocimientos trabajados anteriormente. Otras respuestas están dirigidas a que en las actividades anteriores se adquieren conocimientos básicos y por ello, los simuladores deben emplearse una vez tratados estos conocimientos considerados como “básicos”. Señalan además, que se podría utilizar como método de evaluación. Por otro, el 42,2% de los estudiantes opinan que se debería utilizar los simuladores durante toda la secuencia didáctica indicando que podría tratarse de recursos complementarios a los que se emplean en el laboratorio. También se contabilizaron otras combinaciones, en el sentido que indicaban en varios momentos de la secuencia (inicio-durante y durante-final, con el 9,4% y 12,8%, respectivamente). Finalmente, la mayoría de los estudiantes (93,8%) opinan que utilizarían los simuladores como futuros docentes en educación primaria, y entre las respuestas más frecuentes se encuentran que se tratarían de recursos divertidos, motivantes, los cuales facilitan la comprensión y el afianzamiento de los conocimientos tratados, y los perciben el uso de las TICs como un aspecto innovador.

Atendiendo al porcentaje de respuestas correctas obtenidas en cada una de las tareas que conforman cada simulador respecto a las intenciones didácticas se obtuvieron los siguientes resultados. Respecto al simulador 1 (realizado por los 64 estudiantes), para todas las tareas planteadas se observa un porcentaje de aciertos superior al 50%. Si bien no podemos generalizar respecto a la dificultad de ciertos contenidos dado que existen tareas que combinan dos tipos de contenidos con porcentajes de aciertos muy distintos, sí se observa que la tarea sobre el contenido tipo B obtuvo el menor porcentaje de aciertos entre el alumnado (51,6%). Por otro lado, de los 50 estudiantes que entregaron el informe correspondiente al simulador 2, de las 7 tareas relacionadas con el contenido A, en 6 de ellas se superó el 50% de respuestas correctas. Sin embargo, de las 17 tareas correspondientes al contenido B, sólo en 7 de estas el porcentaje de respuestas fue mayor al 50%, alcanzando en una de ellas el porcentaje más bajo de aciertos (de 30%). Finalmente, en el simulador 3, el número de estudiantes que realizó la actividad fue menor (n=28). De los informes presentados, se observó que los contenidos tipo B fueron las que obtuvieron un menor porcentaje de aciertos. Así, 6 de las 10 tareas correspondientes a este contenido obtuvieron menos del 50% de respuestas correctas. En el caso de los contenidos A, en las 4 tareas, el porcentaje de respuestas correctas fue mayor al 50%, al igual que las tareas correspondientes a la combinación de varios contenidos (BC y AD).

CONCLUSIONES

Los simuladores seleccionados parecen ajustarse a las necesidades e intenciones docentes planteadas por el profesorado para integrarlos como recursos didácticos desde un enfoque basado en la modelización: aprender, aplicar, revisar y construir modelos. Así vemos que además de visualizar representaciones también permiten combinar varios movimientos que con otros modelos analógicos sería más difícil de visualizar o escenificar o combinar y modificar variables. Por otro lado, coincidimos con algunos estudiantes en su percepción de la posibilidad de utilizarlos también durante la secuencia y no sólo como una actividad final de síntesis y recopilación, como inicialmente se planteó, teniendo en cuenta que cada grupo sigue su propio itinerario y no todos utilizan los modelos analógicos disponibles en el laboratorio, por lo que existen contenidos que no han sido tratados anteriormente con otros modelos analógicos y resulten nuevos para ellos. Y finalmente, aunque un mayor porcentaje de estudiantes prefieren el uso de TICs frente a los recursos y modelos del laboratorio, a la hora de analizar inconvenientes consideran que son recursos menos manipulativos. No obstante, se observa una valoración muy positiva en el uso de simuladores, tanto durante la experiencia realizada como en su futura labor como docentes en la educación científica en alumnos de primaria. Sus principales

razones son: que se tratan de recursos divertidos y motivantes y que facilitan la comprensión de los conocimientos trabajados.

BIBLIOGRAFÍA

Aragón, L., Jiménez-Tenorio, N. y Oliva, J.M^a. (2014). Evaluando una experiencia de formación inicial con maestros sobre el sistema Sol-Tierra desde la óptica de la modelización. *Actas de los XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 193-200. Universidad de Huelva-APICE.

Gilbert, J.K., Boulter, C., y Rutherford, M. (1998). Models in explanations, Part 1: Horses for courses? *International Journal of Science Education*, 20(1), 83-97.

Halloun, I. (1996). Schematic modelling for meaningful learning of physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(9), 1019-1041.

Izquierdo, M., y Adúriz-Bravo, A. (2005). Los modelos teóricos para la ciencia escolar. Un ejemplo de química. *Actas del VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Enseñanza de las Ciencias*, N^o Extra.

Jiménez-Tenorio, Aragón, L., y Oliva, J.M^a. (2015). Opiniones de maestros en formación inicial sobre los modelos analógicos como recurso didáctico. *Investigar con y para la sociedad*, Vol. 2, 2015 (Volumen 2), 835-846.

Justi, R. (2009). Learning how to model in science classroom. Key teachers role in supporting the development of students modelling skills. *Revista de Educación Química*. 20(1), pp. 32-40.

Justi, R., y Gilbert, J.K. (2002). Modelling teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.

Morales, M., Trujillo, J.M., y Raso, F. (2015). Percepciones acerca de la integración de las tic en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Universidad. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*. N^o 46, 103-107.

Oliva, J.M., y Aragón, M.M. (2009). Contribución del aprendizaje con analogías al pensamiento modelizador de los alumnos en ciencias: marco teórico. *Enseñanza de las ciencias*, 27(2), 195-208.

Prins, G.T. (2010). *Teaching and Learning of Modelling in Chemistry Education: Authentic Practices as Contexts for Learning*. Unpublished doctoral dissertation. Universiteit Utrecht.

Talanquer, V. (2014). Simulaciones computacionales para explorar y construir modelos. *Alambique*, 76, 8-16.

Vega, A.M. (2001). *Sol y Luna, una pareja precopernicana. Estudio del día y la noche en Educación Infantil*. Tesis doctoral. Universidad de la laguna, Centro Superior de Educación, España.

Vílchez, J.M. y Ramos, C.M (2015). La enseñanza-aprendizaje de fenómenos astronómicos cotidianos en la Educación Primaria española. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 2-21.

Diseño de materiales didácticos de Educación Ambiental basados en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama

Caballero, M., Martínez, S., Hernández, B., Elvira, J.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense.

lola.caballero@edu.ucm.es

RESUMEN

Educación Ambiental (EA) y conservación del entorno interesan cada vez más a la sociedad. Este trabajo se centra en diseñar materiales didácticos para conseguir mayor grado de implicación y conocimiento del alumnado de ESO, basados en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama en la asignatura “Biología y Geología” 4º ESO. Se ha considerado: información de webs sobre el Parque y conocimientos y opiniones del alumnado obtenidos a partir de un cuestionario sobre EA y Parques Nacionales y Naturales. Se elaboró un cuaderno de actividades agrupadas en bloques: fauna, flora, geología, EA, refuerzo y ampliación para un aprendizaje centrado en la conservación de la Naturaleza. El interés que muestra el alumnado por la asignatura y la importancia que les suscita la EA es considerable. La estructura seguida en la elaboración del cuaderno de actividades podría aplicarse en el diseño de otros materiales basados en diferentes espacios protegidos.

Palabras clave

Educación Ambiental, conservación de la Naturaleza, Parque Nacional, Parque Natural, materiales didácticos.

OBJETIVOS

Diseñar una colección de materiales didácticos sobre el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama desde la perspectiva de la EA, ya que cada una de las principales webs del mismo no aporta suficiente información. Determinar mediante un cuestionario la opinión y conocimiento del alumnado de 4º de ESO investigado sobre EA y Parques tanto Nacionales como Naturales con el fin de adaptar el diseño del material a sus intereses y necesidades.

INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

La EA tiene un papel fundamental a la hora de formar ciudadanos capaces de apasionarse por impulsar la construcción de nuevos horizontes cada vez más sostenibles, humanos y armónicos (Rivera, 2013). Con la EA se pretende fomentar el compromiso de contribuir al cambio social, económico y cultural a partir del desarrollo de actitudes, valores y habilidades que permitan a cada persona crearse criterios propios, asumir su responsabilidad y desempeñar un papel constructivo (Foladori y González, 2003). Conviene destacar que la EA y la idea de un mundo sostenible están íntimamente relacionadas ya que no tendremos un futuro sostenible sin una adecuada EA (Sánchez y Pontes, 2010). Según el Instituto Geográfico Nacional (2015), “la legislación española actual determina la clasificación de las categorías de protección del medio ambiente en

cuatro figuras: los parques, las reservas naturales, los monumentos naturales y los paisajes protegidos”. Si bien es cierto que los parques son las áreas naturales que presentan mayor representación dentro de las cuatro figuras de protección, éstos son además el símbolo de conservación ambiental para la mayor parte de la sociedad. Para la UNESCO (1977), la EA es vital en el proceso hacia el desarrollo sostenible, pero la acción educativa no es suficiente por sí misma para responder a los problemas ambientales (Martínez 2014). En España, el planteamiento interdisciplinar con el que se ha querido dotar a la EA en el currículo ha fracasado (Moreno y García, 2015), y de ahí la necesidad de seguir investigando en esta línea. Moreno y García (2015) también indican que, a pesar de que el reconocimiento formal de la EA se ha visto reflejado en numerosos programas educativos, la incidencia no ha sido la esperada, y es que el aprendizaje de los valores de la EA es algo que no se enseña en la pizarra, es necesario aprenderlos en estrecha relación con el comportamiento cotidiano (Calafell, Bonil y Junyent, 2015). Potenciar la autonomía, el espíritu investigador, la capacidad crítica y la responsabilidad, son valores que desde la EA toman sentido en la medida en que pueden concretarse a través de la acción (Calafell et al., 2015) tal y como se matiza en el diseño de nuestro material didáctico. Algunas actividades que se proponen en los libros de texto, así como la metodología transmisiva a la que inducen, ayudan poco a diseñar una programación coherente para estas prácticas. (Del Toro, 2014). Un actual estudio sobre los contenidos relacionados con la problemática ambiental en los libros de 3º ESO muestra que se aborda desde una perspectiva tradicionalista, caracterizada por un exceso de contenidos de concepto simplificadoros y reduccionistas (Bayonas y García, 2015) lo que hace aún más necesario realizar salidas de campo como recurso didáctico, de las que se puede obtener una gran variedad de beneficios (Del Toro, 2014). El problema de su puesta en práctica es la gran cantidad de dificultades con las que se encuentra el docente, tanto de carácter administrativo y económico como de accesibilidad e incluso de organización (Cañal y del Carmen, 2011). Otro obstáculo añadido es que el profesorado debe elaborar y/o adecuar los materiales didácticos en función de las condiciones del centro, el alumnado al que van dirigidos, el currículum y el tiempo del que se dispone. Desde este punto de vista, pocos son los materiales adaptados a la enseñanza de la EA empleando como base el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. Por ello, el material didáctico que se presenta en este estudio es muy versátil, pudiéndose adaptar a diversas circunstancias. Existen sin embargo otros recursos de muy buena calidad realizados en otras zonas como la Guía de Puntos de Interés Didáctico del Norte de la Comunidad de Madrid que ha editado la Universidad de Alcalá (Corvea, Bustamante, García, Sanz y Mateos, 2006). Otro ejemplo sería el de la Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras perteneciente al Gobierno del Principado de Asturias (2015), que presenta en su web la Guía Didáctica del Parque Natural de Redes. Por otro lado, el Parque Nacional de Sierra Nevada, desde las aulas de Naturaleza, también ha desarrollado un trabajo de sensibilización sobre la fragilidad del entorno empleando diversos recursos didácticos. Todos estos recursos se pueden consultar y descargar, y es que Internet es una fuente muy utilizada para localizar información medioambiental en el ámbito educativo, aunque no son las mejores webs las que aparecen en los primeros puestos de los buscadores (Zambrana, 2016).

METODOLOGÍA

La **muestra** objeto de estudio procede del IES Juan de Herrera, ubicado en San Lorenzo de El Escorial. La población del municipio y de otros colindantes es mayoritariamente de clase media e incluye un 10% de inmigración. Integrada por 46 alumnos de 4º ESO con edades entre 15 y 18 años. La **secuencia metodológica** seguida en este trabajo se recoge

en tres etapas: en la primera se ha realizado un análisis mediante plantilla en la que se valoran de forma cualitativa diferentes aspectos (tabla 2) de cuatro webs siendo estas la del propio Parque (www.parquenacionaldelasierradeguadarrama.com), la de la Comunidad de Madrid (www.madrid.org), la del Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente (MAGRAMA) (www.magrama.gob.es/es/red-parques-nacionales/nuestros-parques/guadarrama) y la oficial del Parque Nacional (<http://www.parquenacionalsierraguadarrama.es/>); en la segunda, se ha elaborado un cuestionario de 12 preguntas tipo test, algunas de ellas con apartados abiertos para recabar más información, validado por un comité de siete expertos del Departamento de Ciencias Naturales del IES Juan de Herrera y de cinco del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales UCM y que consta de preguntas enfocadas a detectar los intereses y necesidades que tiene el alumnado en torno a los Parques, ya sean Nacionales o Naturales y respecto a la conservación del medio ambiente; en la tercera se ha procedido a la elaboración de los materiales teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el cuestionario y los contenidos que deben tratarse en esta etapa y constando el cuaderno de seis bloques, cuatro de ellos temáticos (fauna, flora, geología del Parque y EA), un quinto de ampliación y un sexto de refuerzo.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En cuanto al **cuestionario** realizado por los estudiantes, los resultados más relevantes obtenidos son los siguientes:

Respecto a la pregunta de si tienen interés por la asignatura de *Biología y Geología*, el 67% responde afirmativamente siendo este mayor entre las chicas. Del total, el 84% prefiere la Biología respecto al 6% que se inclina por la Geología, mientras que el 10% restante no se decide por ninguna.

Sobre el ítem de si conocen el significado de Parque Natural y Parque Nacional, el 83% afirma conocer lo que es uno Natural, pero esta cifra baja un 25% respecto al Nacional y desciende aún más (43%) cuando se les pregunta si son conscientes de la diferencia entre uno y otro. Algo más de la mitad del alumnado (52%) afirma haber visitado alguna vez algún Parque, y de ese porcentaje, el 46% dice haber visitado un Parque Nacional, el 17% uno Natural, un 8% ambos y el 29% restante no conoce el tipo de Parque que ha visitado, ya sea por la temprana edad de la visita o por propio desconocimiento. Sorprende, que el 9% de los que no ha visitado ninguno afirme no tener interés en acudir a alguno de ellos, simplemente acudiría si es obligado en el instituto.

Cuando se les pregunta acerca de si conocen los beneficios que puede tener para ellos la presencia de un Parque Nacional cercano a su domicilio, sorprende que tan sólo un leve porcentaje del alumnado encuestado repare en ellos. También se quiso conocer la duración que les gustaría que tuviera la visita al Parque, entre los que la mitad de la clase se decantaba por un día, seguido por otros que consideraban dos y una minoría que se decantó por medio.

Sobre los gustos y preferencias de los propios encuestados en cuanto a diversos contenidos que se trabajan en una visita a un Parque, el 87% dice estar interesado en la fauna, el 48% en la flora, el 20% en la geología, el 17% en la EA que pueda ofrecerles la visita y el 7% en otros aspectos como la ecología. Respecto a la idea que tienen sobre la EA de la sociedad en general, el 13% considera que tiene muy poca, el 78% considera que es poca, mientras que el 7% y el 2% consideran que la sociedad tiene una buena y una muy buena EA, respectivamente.

Sobre el **análisis de las webs del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama**, la que lleva su propio nombre (tabla 1) sólo se centra en los municipios que lo conforman, con escasa información sobre fauna y flora. Ofrece las principales rutas, fotos, vídeos y teléfonos de contacto de dichos municipios. De la web de la Comunidad de Madrid podemos extraer información del Parque como los diferentes centros de visitantes con sus respectivas actividades, visitas guiadas e incluso un decálogo del correcto uso del monte. La web del MAGRAMA, ofrece mayor información de carácter científico del Parque, delimitando sus diferentes zonas y la fauna y flora dominante en cada una de ellas. Presenta mejores recursos didácticos tanto para el profesorado como para el alumnado que las otras dos webs consultadas. Por último la web oficial es la más completa y aporta información respecto a diferentes ejes como Naturaleza, conservación, cultura y administración. Se pueden encontrar videos, información sobre rutas, centro de visitantes, biodiversidad, clima, acciones de conservación, historia, puntos de interés cultural e incluso legislación, aunque se echa en falta la disponibilidad de recursos educativos.


Tabla 1.- Análisis de la web del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama.

WEB 1: www.parquenacionaldelasierradeguadarrama.com		
ASPECTOS DIDÁCTICOS	VALORACIÓN	OBSERVACIONES
Herramientas y recursos para el profesorado	Limitados	Únicamente recursos visuales como fotografías y vídeos. Escasa información sobre localización, fauna, flora y rutas del Parque.
Herramientas y recursos para el alumnado	Limitados	Muy limitados, tan sólo el plano del Parque y escasa información sobre su localización, rutas, fauna y flora.
Metodología didáctica	Escasa	Tan sólo ofrece ilustraciones sobre las diversas rutas que ofrece el Parque.
Diseño pedagógico de unidades didácticas y contenidos	Nulo	La web no dispone de contenidos ni unidades didácticas.
Modelos de actividades	Nulos	La web no dispone de actividades.
Diseño teórico	Escaso	Leve información sobre el Parque.
Ilustraciones y vídeo	Abundantes	Son el punto central de la web, muestran el entorno y documentales sobre el Parque.
Rigor científico	Escaso	No determina formaciones geológicas ni nombres científicos de fauna y flora. Apenas emplea lenguaje científico.
Otros		No cuenta con actividades ni recursos didácticos a emplear por el profesorado ni el alumnado.
ASPECTOS ESTÉTICOS	VALORACIÓN	OBSERVACIONES
Aspecto visual general de la web	Bueno	Quizá se pueda distribuir mejor el contenido agrupando los municipios y las rutas.
Tamaño, color y tipo de fuente	Buenos	El color verde representa el entorno natural y la tipografía adecuada porque es de buena lectura.
Localización de secciones	Buena	Bien distribuidas.
Galería de imágenes	Buena	Gran variedad de imágenes, aunque se echan de menos imágenes faunísticas.
Publicidad	Aceptable	Cuenta con escasos espacios de publicidad y no resulta molesta.

COMUNICACIÓN	VALORACIÓN	OBSERVACIONES
Contacto	Disponible	Cuenta con una sección exclusiva para contactar con el Parque.
Foro	Inexistente	La web no dispone de foro ni permite comentarios.
Enlaces	Buenos	Aunque algunos redireccionan a anuncios web.
Número de visitas	No disponible	La web no dispone de dicha información.

Con respecto al **material didáctico**, las fichas se han diseñado como pequeñas unidades didácticas, clasificándose en cuatro bloques temáticos como ya se ha comentado anteriormente. Las actividades ofrecen una breve introducción teórica y los objetivos que se desean alcanzar. También se especifican los materiales que es necesario utilizar para el correcto desarrollo de las mismas. Conviene mencionar que, aunque muchas de las actividades están diseñadas para su realización en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, estas son perfectamente adaptables a su desarrollo en el aula. Además, se ha considerado necesario confeccionar dos bloques formados por actividades de ampliación, orientadas a desarrollar la competencia investigadora y crítica de los alumnos, y actividades de refuerzo, destinadas a fijar conceptos básicos. En las figuras 1 y 2 se muestran, a modo de ejemplo, dos de las páginas del material diseñado.

Figura 1.- Actividad V.B.1 del cuaderno de actividades.



.....
Actividades de evaluación
Visita al Parque Nacional Sierra de Guadarrama
.....


1. De entre las acciones siguientes, señala las que son naturales y las que podrían considerarse como contaminantes:

- a.- Desnitrificación del sustrato por bacterias del suelo. *Natural*
- b.- Emanación de dióxido de azufre por industrias. *Contaminante*
- c.- Emanación de óxido de nitrógeno, plomo, dióxido y monóxido de carbono por gases de coches. *Contaminante*
- d.- Nitrificación del suelo por bacterias nitrificantes. *Contaminante*
- e.- Respiración vegetal. *Contaminante*
- f.- Fijación de nitrógeno atmosférico al suelo por bacterias y raíces de leguminosas. *Contaminante*
- g.- Fotosíntesis. *Contaminante*
- h.- Respiración animal. *Contaminante*
- i.- Capa de ozono, destrucción del ozono por el monóxido de nitrógeno emitido en los reactores de los aviones. *Contaminante*
- j.- Descomposición de los animales muertos por bacterias. *Natural*

2. Completa las siguientes afirmaciones con los términos correctos de la siguiente lista (sobran algunos términos).

Luminosa/ química/ orgánicos/biológica/ inorgánicos/ orgánicas/ inorgánicas /constante /variable/ productores/ descomponedores/ herbívoros/ oxígeno/ calor/ leñosas / angiospermas dicotiledóneas/ gimnospermas y pteridófitos/ geológica/ Corzol/ Capra pirenaica/ cabral/ Bombina bombina/ Buitre negro/ Alytes obstetricans/ Pinus sylvestris/ Pinus pinaster/ cascayares/ paisajes/ ecosistemas/ cascayares.

- > La energía entra en el ecosistema como energía *química*, se transforma en energía *luminosa* dentro de los compuestos *orgánicos*



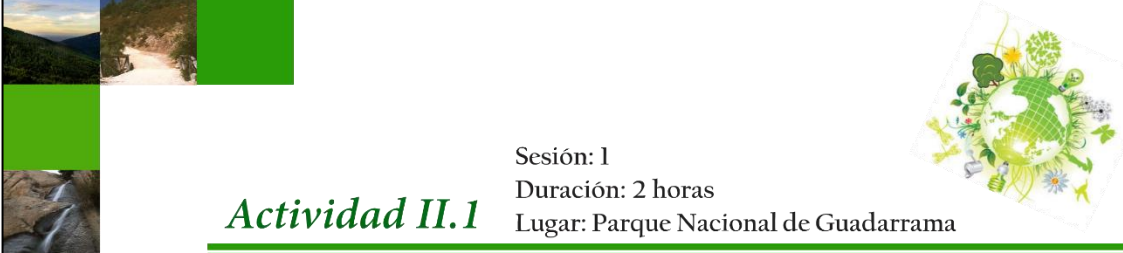
.....
Actividades de evaluación
Visita al Parque Nacional Sierra de Guadarrama
.....

de los seres vivos, y después se disipa en forma de *oxígeno*.

- > La materia sigue un ciclo de transformación *constante*. Los átomos de las moléculas *inorgánicas* pasan a constituir las moléculas orgánicas de las plantas, después de los animales, y finalmente los *productores* las vuelven a convertir en moléculas inorgánicas.
- > La Sierra de Guadarrama posee una elevada diversidad *geológica*, en cuanto a su composición y origen. Alberga desde rocas *sedimentarias* muy antiguas, de hace 500 millones de años como el gneis, hasta acumulaciones *metamórficas* más recientes, como por ejemplo limos, arenas y gravas.
- > Algunos de los principales *ecosistemas* observados en el Parque son pinares de *Pinus pinaster* sobre suelos silíceos, lagunas y humedales de alta montaña, matorrales supraforestales, pastizales de alta montaña, estepas *leñosas* de altura y *cascayares*, entre otros.
- > Aunque no existen estudios definitivos que permitan calcular exactamente el número de plantas vasculares que habitan en el Parque Nacional, aproximadamente existen unos 1.300 taxones entre especies y subespecies. La mayor parte de estos taxones corresponde a *gimnospermas* y *pteridófitos*.
- > Entre la fauna más representativa del Parque se encuentran: *cabra* (*Capreolus capreolus*), Cabra montés (*Capra pirenaica*), Tejón (*Meles meles*), Sapo partero común (*Alytes obstetricans*), Tritón Alpino (*Mesotriton alpestris*), *Buitre negro* (*Aegypius monachus*) y Chova piquirroja (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*).

Se puede decir que los estudiantes han mostrado gran interés en el presente trabajo y en el papel que ellos mismos han adoptado durante su desarrollo, aunque es importante señalar que el profesor debe plantear objetivos muy concretos y elaborar una adecuada

metodología (Del Toro y Morcillo, 2011). La principal dificultad que se ha encontrado a la hora de diseñar los materiales didácticos basados en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama desde el enfoque de la EA ha sido la falta de información disponible en las webs anteriormente descritas. A pesar de que la buena complementación entre estas webs ha permitido encauzar los materiales, gran parte de la información ha sido obtenida de bibliografía externa. Una limitación para el diseño de los materiales ha sido el pequeño tamaño muestral, ya que el centro en el que se ha llevado a cabo la investigación contaba con pocos alumnos por aula.



Sesión: 1
Duración: 2 horas
Lugar: Parque Nacional de Guadarrama

Actividad II.1

Visita al Parque Nacional para identificar la diversidad animal y vegetal, a través de la observación y el registro sistemático.

Los profesores que desarrollan la visita al Parque, elegirán la región del mismo que más les interese para determinar la ruta que más se amolde a la actividad. De esta manera, la actividad puede ser diferente en función de la ruta escogida.

El alumnado realizará una actividad de rastreo para conocer bien el entorno.

A la llegada al Parque, el profesor distribuirá a los alumnos en dos grupos y a continuación, los alumnos se colocarán por parejas, perteneciendo cada miembro de la pareja al mismo grupo.

GRUPO 1: deberá observar la flora, es decir, las especies vegetales que encuentren, los frutos, las hojas, la altura a la que se encuentran, etc.

GRUPO 2: deberá observar la presencia de animales. En su defecto, si existen indicios sobre la actividad de algún animal, como por ejemplo: sonidos, huellas, heces, cuevas o nidos, etc.

El alumnado deberá contestar una serie de preguntas relacionadas con el grupo al que pertenece, pudiendo pedir ayuda a otros compañeros y a los profesores que se encuentran con ellos realizando dicha actividad.

Pasados 60 minutos, los alumnos del grupo 1 que han estudiado la flora, pasarán a estudiar la fauna y, los alumnos del grupo 2 estudiarán la flora.

Si la visita al Parque no puede llevarse a cabo, la actividad puede emplearse para ser realizada en el aula. El profesor podrá modificarla como considere conveniente. Por ejemplo, el alumnado puede dividirse igualmente en grupos y buscar información de las especies animales y vegetales que predominan en una determinada zona del Parque. Del mismo modo, podrán responder al resto de preguntas establecidas.

Objetivos

- Identificar las principales especies vegetales y animales que se encuentren a lo largo de la ruta.
- Diferenciar las características que permiten la presencia de una determinada especie en un lugar en concreto del ecosistema.
- Comprender el impacto que tiene el ser humano en el Parque, influyendo en las diferentes especies animales y vegetales.
- Trabajar en grupo de manera adecuada y colaborativa.

Materiales

- Bolígrafo/ Lápiz
- Libreta/Folios para apuntar
- Bolsa de plástico vacía

Opcional:

- Cámara fotográfica o móvil que disponga de cámara

Pág. 6

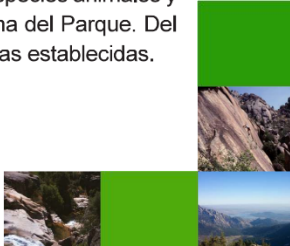


Figura 2.- Actividad II.1 del cuaderno de actividades

El trato directo con el entorno supone un énfasis en el estudio de la EA, puesto que resulta más sencillo aprender y recordar lo que se ha vivido. De hecho, si el entorno objeto de estudio resulta familiar, la motivación es aún mayor. Es necesario incorporar la idea de que, conforme pasa el tiempo y manteniendo comportamientos perjudiciales hacia el ambiente, estamos perdiendo la oportunidad de tener una mejor calidad de vida, vamos deteriorando nuestro planeta y a los seres que habitan en él (Taborda, 2007).

CONCLUSIONES

El interés mostrado por la asignatura de Biología y Geología y por las Ciencias Naturales no es excesivamente elevado, por lo que el diseño de materiales que permitan una mayor vinculación con el entorno natural cercano va a permitir al alumnado participar de una manera más directa en el cuidado del medio ambiente. Sin embargo, no son muy abundantes los materiales didácticos basados en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama destinados a tal fin en esta etapa educativa.

La oportunidad de desarrollar actividades ligadas al mundo natural directamente en la Naturaleza, permite al alumnado fijar unos conocimientos que con la teoría en el aula resulta más difícil de conseguir. El diseño de estos materiales didácticos, permite al alumnado no sólo conocer la importancia y la diversidad de los ecosistemas existentes en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, sino también conocer los beneficios que tiene “su Parque” para con su pueblo, puesto que la totalidad del alumnado reside en alguno de los municipios que conforman el territorio del Parque Nacional.

Para poder desarrollar con suficiencia diversas actividades ligadas a la EA en el Parque, el profesorado necesita consultar no sólo las cuatro webs que se citan, sino una serie de bibliografía extra ya que aunque se complementan entre sí, cada una individualmente no aporta suficiente información como se ha podido comprobar. Es recomendable diseñar este tipo de materiales aplicados a cualquier otro espacio natural protegido sino se encuentran recursos suficientemente adecuados a los intereses y necesidades del alumnado.

Los materiales diseñados pueden adaptarse y hacerse extensivos a otros espacios naturales protegidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bayonas, S. M., y García, M. J. (2015). ¿Qué características presentan los contenidos relacionados con las problemáticas ambientales propuestas en los libros de texto de 3º ESO? *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 12(1), 130-148.
- Calafell, G., Bonil, J. y Junyent, M. (2015). ¿Es posible una didáctica de la Educación Ambiental? ¿Existen contenidos específicos para ello? *Revista electrónica do Mestrado en Educaçao Ambiental*, Vol. Especial Abril 2015, 31-54. En <http://www.seer.furg.br/remea/article/view/4986>. Consulta 19 marzo 2016.
- Cañal, P. y Del Carmen, L. (2011). *Didáctica de la Biología y de la Geología*. Barcelona: Ed. Graó.
- Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras, perteneciente al Gobierno del Principado de Asturias. (2014). *Guía Didáctica del Parque Natural de Redes*. En <http://www.taxusmedioambiente.com/redes/documentos/librodelprofesor.pdf> . Consulta 17 abril 2016.
- Corvea, J.L., Bustamante, I., García, I., Sanz, J.M. y Mateos, J. (2006). *Guía de Puntos de Interés Didáctico del Norte de la Comunidad Autónoma de Madrid*. En http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/patrimonio/rutas/geologicas/puntosinteres/comun/documentos/guia_puntos_interes.pdf . Consulta 4 marzo 2016.
- Del Toro, R. y Morcillo, J.G. (2011). *Las actividades de campo en educación secundaria. Un estudio comparativo entre Dinamarca y España*. En *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. Vol. 19.1. ISSN: 1132-9157.

- Del Toro, R. (2014). Concepciones y prácticas del profesorado acerca de las actividades de campo en Educación Secundaria de biología en diferentes contextos educativos: los casos de Dinamarca, Campinas (Sao Paulo, Brasil) y la Comunidad de Madrid. *Tesis doctoral no publicada*. Universidad Complutense. En <http://eprints.ucm.es/27693/1/T35495.pdf>. Consultado el 19 marzo 2016.
- Foladori, G. y González, E. (2003). *En pos de la historia en educación ambiental*. En Martínez, R. (2010). *La importancia de la Educación Ambiental ante la problemática actual*. En <http://www.redalyc.org/pdf/1941/194114419010.pdf>. Consulta 19 febrero 2016.
- Instituto Geográfico Nacional. (2015). *Los parques nacionales, naturales y regionales*. En http://www.ign.es/espmmap/mapas_patri_bach/Patri_Mapas_03.htm. Consulta 25 marzo 2016.
- Martínez, J. F. (2014). *Fundamentos de la Educación Ambiental*. En <http://www.unescoetxea.org/ext/manual/html/fundamentos.html#arriba1.1>. Consulta 7 abril 2016.
- Moreno, O. y García, F. (2015). De la educación ambiental a la educación ciudadana planetaria: alumnado y profesorado en el programa educativo Ecoescuela en Andalucía. *Biblio 3W*, 20 (1124). En https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/26569/De_la_educacion_ambiental.pdf?sequence=1. Consulta 2 febrero 2016.
- Rivera, L. B. (2013). Ciudadanía ambiental: ¿desafío, herramienta o compromiso ético para la educación ambiental? *REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado de Educação Ambiental*, 47-58. En <http://www.seer.furg.br/remea/article/view/3441/2068>. Consulta 19 marzo 2016.
- Sánchez, F.J. y Pontes, A. (2010) *La comprensión de conceptos de ecología y sus implicaciones para la educación ambiental*. En <http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/45/44>. Consulta 17 enero 2016.
- Taborda, A. B. (2007). *La Educación Ambiental y la escuela*. En <http://portal.educ.ar/debates/eid/docentes hoy/debates/la-educacion-ambiental-y-la-escuela.php>. Consulta 4 marzo 2016.
- UNESCO, Conferencia de Tbilisi. (1977). En *Educación Ambiental: principios de enseñanza y aprendizaje*. (1993). Bilbao: Los Libros de la Catarata. ISBN: 84-87567-53-3. En http://books.google.es/books?id=z6onoKzz74sC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. Consulta 12 febrero 2016.
- Zambrana, C. (2016). Análisis de páginas web para el estudio de la Educación Ambiental. Evaluación con una herramienta basada en la metodología multicriterio. *Tesis doctoral no publicada*. Universidad Complutense.

Identificación de preguntas y formulación de hipótesis en una experiencia de segregación por agitación mecánica. Un estudio con futuro profesorado de Educación Primaria¹

Criado, A. M., García-Carmona, A., Cruz-Guzmán, M.

Departamento Didáctica de las Ciencias. Universidad de Sevilla.

acriado@us.es; garcia-carmona@us.es; mcruzguzman@us.es

RESUMEN

El presente trabajo se enmarca dentro de un amplio proyecto, orientado a iniciar a futuros maestros de Primaria en los procesos de indagación científica mediante actividades experimentales (AEx). En este caso, el foco se puso en la capacidad de identificar preguntas investigables y para formular hipótesis. Para ello, se realizó una primera actividad AEx (sobre segregación por agitación mecánica), que incluía una tarea metacognitiva con el objetivo de que tomaran consciencia de qué aspectos habían aprendido, y sobre cuáles tenían dificultades, antes de continuar con la siguiente AEx. Participaron 63 estudiantes de la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales, del 2º curso del Grado de Educación Primaria. Los resultados indican que los estudiantes mostraron más dificultades en la identificación o formulación adecuada de la pregunta o problema de indagación que la reconstrucción apropiada de las predicciones o hipótesis que habían sometido a experimentación.

Palabras clave

Indagación científica; actividad experimental; preguntas; hipótesis; formación inicial de maestros.

ANTECEDENTES

En el ámbito de la educación científica son muchas las voces que, desde hace años, sugieren la promoción de estrategias de aprendizaje por indagación (Couso et al., 2011). A nivel europeo son variadas las acciones que se están poniendo en práctica, al respecto, como por ejemplo el proyecto Mathematics and Science for life (Mascil)² en el marco del programa *Horizonte 2020*, que invita al profesorado a ponerlas en práctica y compartir las experiencias (Criado y García-Carmona, 2014).

Entre los objetivos de las actividades indagadoras se encuentra la adquisición de destrezas científicas básicas; un aspecto sobre el cual existe un amplio consenso en el marco del modelo de aprendizaje por indagación (Rudock y Sansbury, 2008), y que constituye uno de los núcleos básicos del actual currículo de ciencia escolar para Primaria (Criado y García-Carmona, 2014). Esto emana de las conclusiones de informes previos (p.e.,

¹ Este estudio forma parte del proyecto EDU2013-41003-P, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

² Disponible en: <http://www.mascil-project.eu/project>

Rocard et al., 2007; Osborne y Dillon, 2008) donde se resalta, entre otros aspectos, el valor del pensamiento de alto orden puesto en juego en las tareas indagadoras frente a los procesos mentales de índole memorístico de baja demanda, que propician las pedagogías tradicionales.

En sintonía con este enfoque, que venimos abordando como equipo de investigación desde hace al menos dos décadas (Cañal, Pozuelos y Travé, 2005), surge el presente estudio enmarcado en un proyecto de investigación con el que se pretende profundizar en la implementación de actividades experimentales (en adelante AEx), de índole indagador, dentro de la formación inicial de maestros.

Las características atribuidas a las actividades de indagación, según una revisión de Asayy Orgill (2010), consisten en: abordar preguntas o problemas, aportar explicaciones basadas en evidencias, conectar estas explicaciones con conceptos aceptados científicamente, o justificar los resultados obtenidos por la indagación de cada pequeño grupo ante el gran grupo de compañeros de la clase. Asimismo, los autores sintetizan todo el proceso resaltando cuatro acciones fundamentales: preguntar, explicar, conectar y comunicar; cuya enseñanza resulta un reto realmente atractivo.

Pero, ¿resultan fáciles de aprender estas tareas? ¿Hasta qué punto se consigue la identificación de buenas preguntas e investigables? ¿En qué medida se consigue en los alumnos la formulación de hipótesis adecuadas? Después de un largo recorrido de experiencia docente en AEx, creemos que una parte importante de nuestros estudiantes (muy acostumbrados a otro tipo de enseñanza), no se acoplan con facilidad a este tipo de estrategia, ni llegan a asimilar bien los procesos que la integran. Pero estas intuiciones ya se han constatado mediante resultados de investigación referidos a un contexto específico del sistema educativo español, como es el Bachillerato, de forma que Ferrés, Marbá y Sanmartí (2015) concluyen de manera bien rotunda:

"No tiene demasiado sentido seguir proponiendo a los estudiantes un reto difícil como es el de realizar un trabajo investigativo al final de sus estudios de bachiller, si previamente no han tenido la posibilidad de apropiarse de las bases procedimentales y de comprensión de la metodología científica y, muy especialmente, si se separa el aprendizaje de dichas bases del conocimiento científico que se pretende que sean capaces de construir". (p.34).

Como alternativa a la incoherencia de ese trabajo final, los autores muestran su sintonía con las propuestas que contemplan la posibilidad de graduar progresivamente la formación en los procesos que llevan al dominio de la práctica científica. Por ejemplo, aumentando gradualmente el nivel de apertura de las indagaciones que se vayan proponiendo a los estudiantes (Banchi y Bell, 2008; Fernández López, 2011).

Ante este panorama, nos planteamos mejorar la implementación de las AEx de carácter indagador, comenzando por las que habíamos propuesto en las fases iniciales de nuestro trabajo (Criado y García-Carmona, 2011). Para esta mejora se han abordado varios estudios con estudiantes de profesorado de Educación Primaria (en adelante EPEP). Así, se ha analizado la capacidad de los EPEP para plantear preguntas investigables (Cruz-Guzmán, García-Carmona y Criado, 2016) y formular hipótesis (García-Carmona, Cruz-Guzmán, y Criado, 2016). Una vez detectadas las dificultades, se pasa a la implementación de propuestas de formación al respecto. En particular, se trata de ir implementando sucesivas AEx indagadoras, de manera que se va incrementando la demanda de autonomía de los EPEP y el nivel de apertura de las indagaciones que se van proponiendo.

OBJETIVOS

En este trabajo mostramos parte de los resultados encontrados al analizar el grado de avance de la primera AEx realizada, de una serie de AEx propuestas con un grado de apertura progresivo. El conjunto de las actividades y acciones programadas tenía como objeto abordar las AEx de carácter indagador (a) con un andamiaje / instrucción ad hoc, por parte del profesorado y con retroalimentación / autorregulación por parte de los alumnos; (b) con cierto grado de apertura de la actividad y de libertad de diseño progresivos; y (c) con evaluaciones en mitad del proceso, mediante tareas de metacognición, para determinar los avances y dificultades de aprendizaje con vistas a mejorar sucesivamente. Es decir, determinar qué procesos de indagación están superados, y cuáles no, en cada etapa antes de la iniciar la siguiente AEx.

En el trabajo que aquí exponemos se mostrarán los avances de los EPEP en la primera etapa de formación en AEx indagadoras. En particular, nos limitaremos a los procesos de redacción de preguntas o problemas de indagación y de formulación de hipótesis.

La AEx con la que se inició la serie fue la denominada "Estratificación y segregación por agitación mecánica. ¿Quién tiene preferencia, el pesado o el ligero? O "¡no te esfuerces, agítalos y se separarán solos!" (Criado y García-Carmona, 2011). Fue elegida para comenzar el proceso porque suele resultar muy motivadora. Se trata de un fenómeno inesperado, que puede ser observado con material de uso cotidiano empleado de manera completamente diferente al habitual. Por otro lado, al tratarse de un fenómeno raro, se presta a que el apoyo y la orientación del instructor sea mayor que en otros casos.

METODOLOGÍA

Participantes

El estudio se llevó a cabo con un grupo-clase de 63 EPEP que cursaban la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales, correspondiente al 2º curso del Grado en Educación Primaria. Los EPEP estaban organizados en pequeños equipos de 4 miembros mayoritariamente. En el curso anterior del Grado los EPEP habían cursado algunas asignaturas de disciplinas científicas (Química, Biología y Geología), que incluyen la realización de AEx; sin embargo, su enfoque es fundamentalmente tradicional basado en un enfoque conocido como de 'tipo receta'.

Instrumento

La tarea de metacognición se realizó completando el cuestionario abierto que se muestra en la tabla 1 del anexo.

Antes de pasar a la valoración de las respuestas, se confeccionó un cuestionario con respuesta experta (tabla 2 del anexo), como marco de referencia para analizar y categorizarlas. Tanto las preguntas del cuestionario como la respuesta experta fueron propuestas por la primera autora y revisadas por el resto de los investigadores, sin que se encontraran disparidades. Ello no es de extrañar dado que las preguntas se refieren a aspectos muy básicos de los procesos científicos, aplicados a un caso sencillo y muy conocido por todos los componentes del grupo de investigación.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL Y DE LA TAREA METACOGNITIVA

La AEx tenía el objetivo primordial de iniciar a los EPEP en los procesos de la actividad científica comenzando por abordar preguntas que se les plantearon para que formularan predicciones sobre lo que ocurriría en el fenómeno, previo a su observación. El fenómeno

observado consistía en la separación de objetos hacia las capas superiores (o inferiores) de un material granular (lentejas), después de la agitación continua del material (fenómeno conocido como "efecto nueces de Brasil"). Entre las lentejas se incluyeron, en diferentes pruebas, otros objetos (pieza de acero, tapón de corcho, caramelos, bolas de porexpan de diferentes diámetros y otros materiales que los EPEP tuvieran a mano). Tras cada problema, se solicitó a los estudiantes que fundamentasen sus hipótesis y que realizaran nuevas pruebas con los materiales disponibles para contrastarlas.

Se implementó facilitando una documentación donde se conducían los procesos que los equipos debían desarrollar, a lo largo de tres pruebas. Primero debían verificar qué ocurre cuando se deja una pieza de acero sobre el material granular; después, habiéndose sorprendido con la aparición en la superficie de objetos poco densos que habíamos ocultado entre las lentejas (con anterioridad y sin que lo vieran), se les insta a que hagan pruebas con todos los objetos a mano, formulando, previamente hipótesis. Por último, se les conduce a controlar la variable "volumen", enterrando tres bolas de corcho blanco, de tamaños diferentes (Criado y García-Carmona, 2011), todo ello en un formato muy dirigido. La secuencia de procesos de la AEx indagadora se trabajó mediante una exposición dialogada, con la ayuda de una breve presentación, en la que se establecieron las diferencias con una actividad práctica "tipo receta".

En la documentación facilitada, además de los apartados habituales de "objetivo" y "procedimiento", aparecían etiquetas como "problema", "formulación de hipótesis", "variables", "control de variables", etc. Durante las 2 horas que llevó la realización de la AEx, la profesora fue guiando a la clase en los pasos de la indagación, estableciendo pausas en cada fase, hasta llegar a las conclusiones. Con las intervenciones orales, en las pausas, se pedía a los equipos que comunicaran a la clase su aportación, y la profesora reforzaba, entonces, el uso explícito de las etiquetas antes aludidas. Según el momento o la etapa, los equipos debían expresar sus hipótesis sobre qué variables eran relevantes en el fenómeno (masa, peso, volumen, densidad de los objetos); la interpretación de los resultados, o las conclusiones derivadas de estos. En cada puesta en común, si las propuestas de los equipos eran divergentes, la profesora fomentaba la discusión hasta la convergencia hacia un consenso.

En el momento del desarrollo de la AEx, los equipos tomaron nota de sus razonamientos y observaciones, pero no se les recogieron esas notas con el propósito de que las conservaran para la siguiente tarea.

Una vez completada la experiencia, en una clase posterior se realizó una actividad de lápiz y papel, denominada "actividad de metacognición", de una hora de duración, que se muestra en la Tabla 1 del Anexo. La actividad tenía por objeto determinar qué habían aprendido sobre los procesos científicos en dicha AEx. Los EPEP contaron en todo momento con las notas que hubieran tomado, y la documentación que utilizada para realizar la AEx.

Para hacer la tarea de metacognición, los estudiantes mantuvieron la agrupación habitual en equipo; no obstante, se les sugirió rellenarla por parejas aunque se repitieran los registros para distinguir, en caso de que las hubiera, diferentes aportaciones dentro de un mismo equipo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

¿Qué han aprendido los EPEP sobre los procesos de actividad científica en la AEx de estratificación / segregación?

En las líneas que siguen se exponen y comentan los resultados obtenidos para dos de las cuestiones de la actividad metacognitiva.

Las respuestas obtenidas para la cuestión 1 (evocar ejemplos de las preguntas abordadas), se encuentran en la tabla 1, donde se han categorizado en cuatro tipos, y cuyas ejemplificaciones se muestran a continuación del enunciado de cada cuestión.

Se observa que la mitad de las parejas sabe evocar adecuadamente alguno de los problemas que se abordaron en la AEx (Categorías 1* y 2*). La mayoría lo formula como una pregunta (1*) y unos pocos no lo hacen así (2*), aunque el enunciado sí recoge adecuadamente qué se pretendía indagar. El resto de las respuestas se reparten en dos tipos que no se corresponden con la formulación de una pregunta investigable (Sanmartí, y Márquez, 2012); bien porque avanzan la descripción de lo que va a ocurrir (categoría 3), o porque el enunciado o pregunta está tan incompleto que no podría ser abordado como indagación científica (clase 4).

Tabla 1. Respuestas a la pregunta 1 con algunos ejemplos

Modalidad de respuesta	N= 30 parejas + 1 trío	Frecuencia:
1* Problema formulado como una pregunta y sin dejar aspectos implícitos Ejemplo: <i>Al agitar un recipiente lleno de lentejas y diferentes objetos (bola de metal, caramelos, corcho) ¿cuáles quedarán arriba y cuáles abajo?</i>		11 parejas
2* Problema bien enunciado aunque no en forma interrogativa Ejemplo: <i>En un recipiente con lentejas ponemos una serie de objetos (bola de acero, corcho, caramelos, subrayador), de diferentes tamaños y pesos y lo agitamos fuerte para ver en qué orden se hundan y preguntarnos por qué.</i>		4 parejas
3 Descripción de lo que ocurrió, conocido el resultado. Se omite la pregunta que se abordó antes de conocerlo. En un caso se plantean otra pregunta distinta a la que se abordó Ejemplo: <i>Nos encontramos con el problema de que al introducir diferentes objetos con pesos y densidades distintas en un recipiente lleno de lentejas, al agitarse unos se quedaban abajo y otros subían hacia la superficie</i> Ejemplo: <i>¿Por qué algunos objetos al estar enterrados en las lentejas y ser agitados subían mientras que otros bajaban? ¿Influirá el peso? ¿Influirá el volumen?</i>		5 parejas
4 Pregunta o enunciado muy incompleto, con insuficientes datos para ser investigada o enunciados con errores manifiestos Ejemplo: <i>Observar la densidad de diferentes materiales</i>		9 parejas + 1 trío
NC		2 parejas

En síntesis, después de realizar una primera AEx muy dirigida, la mitad de los participantes puede poner en pie alguno de los problemas que había abordado en ella. El resto de las parejas no fue capaz de evocar ninguno de los problemas investigados. Todo lo cual fue anotado por la profesora para contemplarlo en las AEx siguientes.

A continuación veremos que las respuestas a la segunda pregunta, que versa sobre la evocación de hipótesis, son bastante más satisfactorias.

Tabla 2. Respuestas a la pregunta 2: Ejemplos de "formulación de hipótesis"

Modalidad de respuesta N= 17 equipos, 30 parejas + 1 trío	Frecuencia
<p>1*Hipótesis descriptivas (que afirman algo cuya verdad aún no ha sido confirmada).</p> <p><i>Referencias a variables:</i></p> <p>1.1* La justificación en la prueba 1 (bola de metal que se hunde y corcho y caramelos que emergen), es una <u>segregación por peso</u>: tenderán a ascender los menos pesados.</p> <p>Ejemplo: <i>El material más pesado se hundirá y el más ligero permanecerá encima</i></p> <p>1.2* La justificación en la prueba 1 es <u>segregación por densidad</u>.</p> <p>Ejemplo: <i>Unos objetos subirán a la superficie y otros quedarán en el fondo dependiendo de su densidad</i></p> <p>1.3* La justificación en la prueba 3 (objetos poco densos como 3 bolas de corcho de diferentes tamaños), es una <u>segregación por volumen</u>: Tenderán a ascender los más voluminosos</p> <p>Ejemplo: <i>Los más pequeños saldrán a la superficie.</i></p>	<p>20 parejas + 1 trío</p> <p>14 parejas</p> <p>6 parejas +1 trío</p> <p>14 parejas</p>
<p>2 No ponen en pie la hipótesis formulada antes de hacer la experiencia, como se les ha solicitado, sino que responden con una descripción / explicación post facto</p> <p>Ejemplos: <i>Descubrimos que los objetos de mayor densidad se hundían antes.</i></p>	5 parejas
<p>3 Formulación inadecuada, frase sin sentido, confusión entre hipótesis y problema.</p> <p>Ejemplos: <i>¿Si los objetos más pesado se hundirá?</i></p>	3 parejas
4 NC o interpretan mal	2 parejas

La mayoría había asimilado, pues, en qué consiste la elaboración de predicciones sobre un fenómeno. Dos tercios de los estudiantes formularon hipótesis de forma adecuada. En principio, las hipótesis eran descriptivas (Guisasola, Ceberio y Zubimendi, 2006), pero contienen referencias a una o varias variables. Es preciso matizar que el fenómeno estudiando en la AEx se presta a ser relacionado con magnitudes muy elementales como peso o volumen.

Por otra parte, la mitad de las parejas optó por mencionar la variable más intuitiva (el peso). Una fracción importante, casi la mitad de la muestra menciona, acompañada o no de las anteriores, la variable volumen, lo cual supone un claro aprendizaje, ya que el fenómeno de segregación por volumen era completamente desconocido para ellos antes de hacer la experiencia.

Finalmente, es conveniente resaltar que algo menos de un tercio no reconstruyeron hipótesis adecuadamente formuladas porque confundieron las etiquetas "problema" e "hipótesis", porque no elaboraron frases completas con sentido, o sencillamente no contestaron. Son casos que necesitan recibir atención en la siguiente AEx.

CONCLUSIONES

Dadas las dificultades que tienen los EPEP con los procesos habituales de la actividad científica, es necesario evaluar qué han aprendido cuando se les instruye al respecto. En la AEx cuyos resultados hemos expuesto, la identificación o formulación adecuada del problema que habían investigado resultó más difícil a los EPEP, que la reconstrucción apropiada de las predicciones o hipótesis que habían sometido a prueba experimental. De hecho, se mencionaban expresamente variables que pueden influir en el fenómeno. Comparando los resultados con los de otros estudios en los que hemos analizado la

capacidad de los EPEP para identificar problemas investigables (Cruz-Guzmán, García-Carmona, Criado, 2016) o formular hipótesis basadas en conocimiento científico (García-Carmona, Criado y Cruz-Guzmán, 2016), se concluye que mediante una formación preparada *ad hoc*, se pueden mejorar las deficiencias detectadas; si bien no es suficiente con una sola AEx dirigida, para obtener un resultado completamente satisfactorio. La idea es implementar un número de AEx cuyo desarrollo posibilite ciclos periódicos y paulatinos de mejora.

En futuros trabajos abordaremos hasta qué punto mejoró el aprendizaje de procesos científicos en sucesivas intervenciones con estos mismos EPEP.

BIBLIOGRAFÍA

- Asay, L.D. y Orgill, M. (2010). Analysis of Essential Features of Inquiry Found in Articles published in The Science Teacher, 1998-2007. *Journal of Science Teacher Education*, 21(1), 57-79.
- Banchi, H. y Bell, R. (2008). The many levels of inquiry *School Science & Children*, 46(2), 26-29
- Couso, D., Jiménez, M.P., López-Ruiz, J., Mans, C., Rodríguez, C., Rodríguez, J.M. y Sanmartí, N. (2011). *Informe Enciende (Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas en España)*. Madrid: COSCE.
- Cañal, P., Pozuelos, F.J. y Travé, G. (2005). *Descripción General y Fundamentos. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla: Díada
- Criado, A.M. y García-Carmona, A. (2014). *Conference: 'Educating the educators: international approaches to scaling-up professional development in mathematics and science education'* (pp.210-215). Essen: University Duisburg-Essen. <http://educating-the-educators.ph-freiburg.de>
- Criado, A.M. y García-Carmona, A. (2011) Las experiencias prácticas para el conocimiento del medio (natural y tecnológico) en la formación inicial de maestros. *Investigación en la Escuela*, 74, 73-88.
- Cruz-Guzmán, M.; García-Carmona, A.; Criado, A.M. (2016). Preguntas que plantean los futuros maestros al diseñar una actividad experimental. *27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Badajoz: Universidad de Extremadura.
- Ferrés C., Marbá, A. y Sanmartí, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12 (1), 22-37.
- García-Carmona, A.; Criado, A.M. y Cañal (2014). ¿Qué educación científica se promueve para la etapa de Primaria en España? Un análisis de las prescripciones oficiales de la LOE. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 139-157.
- García-Carmona, A.; Criado, A.M. y Cruz-Guzmán, M. (2016). Dificultades del futuro profesorado de educación Primaria para formular hipótesis en una indagación científica sobre electricidad. *III Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias*. <http://siec2016.org/>
- Fernández-López, L. (2011). Los proyectos de investigación del alumnado y las competencias básicas y científicas. En M.P. Jiménez Aleixandre (Ed.) y L. Fernández-López (coord.). *Cuaderno de Indagación en el Aula y Competencia Científica* (pp. 17- 31). Madrid: Ministerio de Educación.
- Guisasola, J., Ceberio, M. y Zubimendi, J. L. (2006). University students' strategies for constructing hypothesis when tackling paper-and-pencil tasks in physics. *Research in Science Education*, 36, 163-186.

- Osborne, J. y Dillon, J. (Coord.) (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London: Nuffield Foundation.
- Ruddock, G. y Sainsbury, M. (2008). *Comparison of the Core Primary Curriculum in England to those of Other High performing Countries*. London, UK: National Foundation for Educational Research. Recuperado de: http://www.uquebec.ca/observgo/fichiers/48461_GSE-2.pdf.
- Sanmartí, N. y Márquez, C. (2012). Enseñar a plantear preguntas investigables. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 27-36.

ANEXOS

Tabla 1. Cuestionario - actividad de metacognición.

<p>Actividad de metacognición sobre la AEx: "Estratificación /segregación por agitación mecánica"</p> <p>A partir de lo realizado en la AEx indicada: ¿Qué hemos aprendido entorno a los procesos científicos de indagación? Contestad por parejas a las siguientes cuestiones en las que se espera que recordéis ejemplos sobre cada uno de los procesos científicos que se mencionan.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ejemplo de "problema" que se investigó: 2. Ejemplo de "hipótesis" adecuadamente formulada: 3. Ejemplo de "variable" investigada y ejemplo de "control de variable" investigado: 4. Ejemplo de "diseño de experiencia para verificar la hipótesis": 5. Ejemplo de resultados que validan una hipótesis: 6. Ejemplo de resultados que refutan una hipótesis: 7. Ejemplo de "emisión de conclusiones" :

Tabla 2. Modelo respuesta experta preguntas 1 y 2 de la actividad de metacognición.

<p>Modelo de respuesta experta en la actividad de metacognición:</p> <p>1. Ejemplos de "problemas":</p> <p>P.1 Si agitamos vigorosamente un recipiente que contiene una mezcla de lentejas y otros objetos (bola de acero, corcho, caramelos, bolas de corcho blanco), ¿cuál es la distribución (más lógica) de los objetos tras la agitación? ¿Cuáles quedarán en la superficie y cuáles irán al fondo?</p> <p>P.2 Dados varios objetos del mismo material poco denso, de los que tienden a salir a la superficie, ¿cuáles salen antes, los menos pesados o los más voluminosos?</p> <p>2. Ejemplo de "formulación de hipótesis":</p> <p>H₁ La segregación dependerá de la densidad. Los objetos mucho más densos que las lentejas tenderán a abrirse paso y a hacer huecos, por lo que tenderán a hundirse (bola de acero).</p> <p>H_{2.1}: Dados varios objetos del mismo <u>material poco denso</u>, tenderán a subir a la superficie antes los menos pesados (como en H₁), que serán también los menos voluminosos.</p> <p>H_{2.2} : Dados varios objetos del mismo <u>material poco denso</u>, tenderán a subir antes a la superficie los más voluminosos por quedar rellenos sus huecos antes que los menos voluminosos.</p>

Preguntas que plantean los futuros maestros al diseñar una actividad experimental¹

Cruz-Guzmán, M., García-Carmona, A., Criado, A. M.

Departamento Didáctica de las Ciencias. Universidad de Sevilla.

mcruzguzman@us.es

RESUMEN

Se presenta el análisis de las preguntas formuladas por futuros maestros en el diseño guiado de actividades experimentales indagadoras. Para realizar el estudio se construyó, de forma cooperativa, una rúbrica de análisis basada en distintos autores que han tratado temáticas similares en otros niveles educativos. Participaron 60 estudiantes de maestro, matriculados en la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales, del 2º curso del Grado de Educación Primaria. La mayoría de sus preguntas son categorizadas como de bajo orden y no relacionan variables físicas. En general son de tipo exploratorio, que buscan una definición conceptual, una generalización o una explicación causal. En ningún caso son preguntas que demanden como respuesta una comprobación, o la determinación de relaciones de causalidad, asociaciones, tendencias y / o interacciones entre dos o más variables. Se exponen propuestas concretas para mejorar la formulación de preguntas que inician una indagación.

Palabras clave

Actividad experimental indagadora, formulación de preguntas, formación inicial de maestros.

INTRODUCCIÓN

Actualmente existe un amplio consenso sobre la necesidad de promover un aprendizaje basado en la indagación como estrategia didáctica eficaz para la alfabetización científica (García-Carmona, 2011; Rocard et al., 2007). Por ello, es conveniente integrar este enfoque didáctico en la formación inicial de los futuros docentes (Liguori y Noste, 2007), empezando por los de educación primaria (Martí, 2012). En este enfoque cobran especial importancia las actividades experimentales (AEx), también denominadas experimentos (Arnold, Cremery Mayer, 2014), trabajos prácticos (Caamaño, 2011) o prácticas de laboratorio (Yakar y Baykara, 2014), donde la indagación tiene lugar en interacción directa con los fenómenos naturales.

Para llevar a cabo una AEx como indagación se debe partir de una pregunta inicial investigable por el alumnado (Del Carmen, 2011). Para Osborne (2014) una importante componente de la alfabetización científica es, precisamente, la capacidad de plantear buenas preguntas, y como ello activa sus conocimientos previos, ayuda a que focalicen sus esfuerzos de aprendizaje, y la construcción de conocimientos. Por tanto, la capacidad

¹ Este trabajo forma parte del proyecto de I+D Excelencia EDU2013-41003-P, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (España).

de los niños para formular preguntas es una habilidad que debe potenciarse desde la educación científica inicial (Penick, Crow, y Bonnsteter, 1996).

No obstante, en este proceso educativo se puede empezar por que sea el docente el que plantee las preguntas a los alumnos para que se vayan familiarizando con ello. En consecuencia, una competencia docente básica que debería tener todo maestro de primaria es saber formular preguntas que generen indagaciones científicas asequibles para el nivel educativo en el que desarrollarán su docencia (Martí, 2012). Pero, el planteamiento de la educación científica basada en la indagación es complejo y requiere diferentes habilidades del profesorado. Por eso, las probabilidades de que estos promuevan en sus clases de ciencia un aprendizaje basado en la indagación, aumentarán si antes adquieren en su formación las habilidades correspondientes (Yakar y Baykara, 2014). Si en la formación inicial de los futuros maestros se les enseñan habilidades de planteamiento de indagaciones científicas, puede verse aumentada su confianza (Kahle, Anderson y Damajanovic, 1991).

OBJETIVOS

A la vista de todo lo expuesto, en este estudio nos planteamos los siguientes objetivos: i) diseñar una rúbrica para clasificar las preguntas según su capacidad para ser investigables experimentalmente; ii) diagnosticar la capacidad de los futuros maestros para formular preguntas investigables en el diseño de una AEx;

METODOLOGÍA

Participantes

El estudio se realizó con un grupo clase de 60 estudiantes del Grado de Educación Primaria, dentro de la asignatura, Didáctica de las Ciencias Experimentales. Estos estaban agrupados en pequeños equipos de 2 a 4 miembros hasta conformar un total de 18 equipos. No obstante, los análisis se delimitaron a 15 de ellos, ya que tres grupos no hicieron las tareas correspondientes.

Instrumento

Algunos autores detallan cómo deben ser las preguntas de indagación (Abreu, Parra y Molina, 2012) y los tipos establecidos (cualitativas, cuantitativas, descriptivas, comparativas o de relación). Lund y Lund (2010) establecen una sencilla clasificación de preguntas cuantitativas: (a) Descriptivas ("¿Qué es ...?" o "¿Qué son ...?"), que tratan de cuantificar las respuestas en una o más variables, (b) Comparativas (descriptiva para cada grupo), que buscan comparar dos o más grupos sobre el resultado de alguna variable ("diferenciar" y "comparar"), y (c) De Relaciones, que buscan, relaciones de causalidad, asociaciones, tendencias y / o las interacciones entre dos o más variables en uno o más grupos.

Para Hoffstein, Navon, Kipnis y Namlok-Naaman (2005), las preguntas de bajo orden son exploratorias y descriptivas ("qué es"... , "qué ocurrió con la temperatura"), o causales (¿por qué...?). En las de alto orden aparece al menos una variable independiente, y generalmente se pregunta cómo afecta a la variable dependiente tanto la modificación de la variable independiente como la aparición de una nueva. Generalmente solo se pueden contestar con una mayor indagación (predictivas "qué pasará si...?", o de relación "¿influye en...?) y conocimientos basados en modelos científicos con cierto grado de abstracción.

Roca, Márquez y Sanmartí (2013) han propuesto una clasificación para catalogar los enunciados de las preguntas investigables que redactan los estudiantes de ESO cuando se les propone trabajos de indagación. Sanmartí y Márquez (2012) muestran cómo deben ser las preguntas investigables en el contexto de una AEx en dicho nivel educativo. Ferrés, Marbá y Sanmartí (2015) han estudiado las dificultades de alumnos de Bachillerato para llevar a cabo trabajos de indagación, a partir de una rúbrica que abarca los diferentes elementos y fases de una indagación científica.

Las propuestas y conclusiones de estos estudios resultan especialmente útiles para concretar el análisis de las preguntas que plantean los futuros maestros cuando diseñan AEx de perfil indagador.

En nuestro estudio, de forma previa, para el análisis de las preguntas investigables se construyó una rúbrica. En su diseño se partió de la propuesta de García-Carmona (2014) sobre tipología de AEx y fases para desarrollo en el aula desde un enfoque indagador. Luego se enriqueció con las aportaciones de Ferrés, Marbá y Sanmartí (2015) sobre las preguntas claras y coherentes, y el planteamiento de problemas abordables y concretos de Roca, Márquez y Sanmartí (2013) sobre distintos tipos de preguntas (las que buscan una generalización, una definición conceptual, una explicación causal, descriptivas, predictivas, las que requieren una comprobación...), así como de Sanmartí y Márquez (2012) sobre presencia o ausencia de relación de variables.

Posteriormente el diseño fue completado por la primera autora de este trabajo con otras aportaciones, como la de Abreu, Parra y Molina (2012), que también incide en la relación de variables; la de Hoffstein et al. (2005), que diferencia las preguntas de alto y de bajo orden; la de Hurtado (2007), que distingue las preguntas de tipo exploratorias; y la de Lund y Lund (2010), que además clasifican las preguntas, en descriptivas, comparativas y en las que se establecen relaciones de causalidad, asociaciones, tendencias y/o interacciones entre dos o más variables.

DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

A los estudiantes de maestro se les pide el diseño, implementación y evaluación de una AEx como indagación, sobre un tópico de libre elección. Para ello se les facilita un guión orientativo (Criado, 2010). La AEx es presentada en clase y evaluada por la instructora, con ayuda de una rúbrica que valora el informe y la presentación de la misma. Los compañeros de clase también evalúan la AEx mediante un cuestionario (coevaluación). Tanto la rúbrica de la instructora como el cuestionario no se muestran por falta de espacio.

Informes de la actividad experimental, diseñados por el alumnado

Los informes de las AEx fueron revisados por la instructora antes de su exposición en clase. Estas revisiones se centraron fundamentalmente en corregir los contenidos científicos. De tales informes se analizaron las preguntas que planteaban los equipos en sus AEx.

Es conveniente aclarar que los estudiantes de maestro no recibieron instrucción explícita previa a tales diseños sobre cómo debe ser una AEx indagadora. Solo recibieron algunas nociones sobre los contenidos científicos respecto a los que estos mostraron mayores deficiencias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

¿Qué preguntas proponen los futuros maestros para indagar con AEx?

En este contexto, analizamos las preguntas planteadas por los estudiantes de maestro en los apartados I.2 y II.2 de sus informes grupales, presentados al finalizar el curso. Para ello, diseñamos una rúbrica de análisis (Tabla 1), basándonos en distintos autores, como se ha indicado más arriba.

Tabla 1. Rúbrica de análisis de las preguntas planteadas y resultados del análisis.

Características de las preguntas formuladas		Sí	No	
Planteamiento de la pregunta investigable	La(s) pregunta(s) a responder en la indagación son claras y coherentes	10	5	
	De ellas, la pregunta identifica problemas de indagación adecuados, es decir, plantea problemas abordables y concretos	4	6	
	La pregunta relaciona variables	2	13	
	Tipos de preguntas:			
	De bajo orden:			
	1. Las preguntas buscan una generalización o definición conceptual o son de tipo exploratorias; "¿Qué es?" "¿Cómo es?"	11		
	2. Las preguntas son de tipo descriptivo, cuantifican una variable	0		
	3. Las preguntas son comparativas, buscan "diferenciar" y "comparar" alguna variable en dos o más grupos, contextos o situaciones distintas	0		
	4. Las preguntas son de explicación causal	4		
	De alto orden:		8	
	5. Las preguntas requieren una comprobación	0		
	6. Las preguntas son de tipo predictivo	4		
	7. Las preguntas son de relaciones: relaciones de causalidad, asociaciones, tendencias y / o interacciones entre dos o más variables	0		
	Otras:		8	
	8. Las preguntas promueven la aplicación de la experiencia científica a los problemas de la sociedad	0		
9. Las preguntas son evaluativas o de opinión, buscan argumentos científicos para justificar o valorar opiniones propias	0			

En general, las preguntas son claras y coherentes, 10/15, preguntan por lo que desean hacerlo.

"En el invierno hace más frío que en verano, en el hemisferio norte. Sin embargo, es durante el invierno cuando la Tierra está más cerca del Sol, en su trayectoria alrededor de él. ¿Por qué, entonces, no hace más calor durante esta estación?" / "¿Cómo respiramos las personas? ¿Qué sucede al respirar? ¿Qué son los pulmones? ¿Cómo funcionan?"

Pero 5/10 no son claras o no están bien formuladas, en el sentido de que no tienen relación con la experiencia que proponen.

"¿Es lo mismo aplicar presión de forma uniforme y homogénea que aplicarla en diferentes puntos?", La pregunta no está clara porque pone en oposición dos opciones que no son contrarias, ya que para aplicar presión de forma homogénea hay que hacerlo sobre diferentes puntos. Además no deberían preguntar "es lo mismo", si no "tiene el mismo efecto. / "[...] ¿por qué crees que se calienta el huevo?". Al añadir alcohol a un huevo, se desnaturaliza su clara. Los alumnos intentan preguntar por la causa que produce la transformación del aspecto de la clara de huevo.

Resultados similares a los nuestros fueron encontrados por distintos autores en la etapa preuniversitaria. Ferrés et al. (2015) diseñaron un instrumento para detectar, de forma individual, las dificultades de estudiantes (de segundo de bachillerato de la modalidad científica) a la hora de seguir una metodología por indagación. Encontraron que 11/23 alumnos o no identificaban el problema de investigación o lo formulaban de forma ambigua o genérica. De forma similar, en nuestro caso, 5/15 grupos de alumnos no formulan una pregunta clara y coherente. El resto de grupos (6/10), habiendo formulado las preguntas claras y coherentes, no identifican problemas de indagación adecuados, es decir, plantean problemas que no son abordables y concretos.

“¿Sabéis de qué están hechos los mocos? ¿Por qué tienen una consistencia pegajosa, pueden estirarse, o son de color verde-amarillo? (en su actividad crean moco artificial)” / “¿Qué creéis que es la contaminación? ¿Cuáles son los agentes que contaminan la atmósfera? ¿La contaminación se puede observar/ver/sentir? ¿Cómo influye la contaminación en las aves?”

Además, 13/15 grupos formulan preguntas que no relacionan variables, coincidiendo con los resultados obtenidos por Ferrés et al. (2015) en su estudio con estudiantes de Bachillerato.

“¿La cebolla tiene ADN?” / “¿Se puede extraer la clorofila?” / “¿Qué le sucede al plato al colocarlo sobre la llama? ¿Por qué sucede esto? ¿El material fijado al plato también se encuentra en el ambiente cuando ocurre una combustión?”

En cuanto a los tipos de preguntas, pueden sumar más de 15, ya que una misma pregunta se ha podido incluir en dos categorías no excluyentes en el caso de que esté compuesta por varias sub-preguntas. Una primera característica analizada ha sido el ámbito o dominio de ciencia escolar seleccionado por el equipo.

Con respecto a los tipos de preguntas según el nivel de la misma, siguiendo la clasificación de Hoffstein et al. (2005), destacan las de bajo orden. Como ya se ha comentado, estas no requieren una mayor indagación para ser contestadas, ya que no estudian el efecto en la variable dependiente de la modificación de una variable independiente o la aparición de una nueva. Así, 11/15 (73%) buscan una generalización o definición conceptual o son de tipo exploratorias, ¿Qué es? ¿Cómo es?

“¿Cómo influye la contaminación en las aves?” / “¿Qué efecto tiene el jabón sobre la pimienta?” / “¿Cómo funcionan nuestros pulmones?”

En el estudio de Roca et al. (2013), de 69 preguntas que formularon los alumnos de primer ciclo de ESO sobre hechos o situaciones relacionados con el agua en la actualidad, el 80% eran de tipo explicativo, es decir, buscaban una explicación causal; mientras que el 63% eran del tipo “qué”, “cómo” y “dónde”. Nuestros resultados coinciden con los de estos autores, pero invirtiendo la frecuencia de las dos primeras categorías. Como se ha comentado, al formular una pregunta, los estudiantes de maestro suelen centrarse en la generalización y definición conceptual (qué, cómo y dónde), pero también en la explicación causal (por qué), aunque en menor proporción (4/15 grupos).

“¿Qué le sucede al plato al colocarlo sobre la llama? ¿Por qué sucede esto? [...]” / “En el invierno hace más frío que en verano, en el hemisferio norte [...] ¿Por qué, entonces, no hace más calor durante esta estación?” / “[...] ¿Por qué no se mezclan las tres sustancias? (agua, aceite y alcohol)” / [...] ¿Por qué crees que se calienta el huevo?”

Ninguna de ellas fue una pregunta en la que se pidiera la cuantificación de una variable, ni hubo preguntas comparativas (“diferenciar”, “comparar”) en las que se buscara comparar dos o más grupos sobre el resultado de alguna variable.

Por otro lado, solo 4/15 equipos plantearon preguntas de alto orden, esto es, aquellas que requieren una mayor indagación para ser contestadas. Todas ellas fueron de carácter

predictivo. Ninguna requería una comprobación ni el establecimiento de relaciones de causalidad, asociaciones, tendencias y/o interacciones entre dos o más variables.

“¿Qué creéis que pasará cuando echemos aceite al agua? ¿Y alcohol al mismo vaso? [...]” / “Si vertemos aceite en vez de alcohol, ¿sucedería lo mismo? [...]” / “¿Existe la posibilidad de que un globo aguante sin explotar aunque se le acerque una llama?” / “¿Será (el que se elabora) el mismo jabón que compran vuestros padres?”

Por tanto, los resultados son coincidentes con los obtenidos por Roca et al. (2013), en cuyo estudio solo un 12% de las preguntas analizadas fueron predictivas. Asimismo, solo obtienen que un mínimo porcentaje de las preguntas formuladas requería una comprobación, observando la poca conciencia de los estudiantes acerca de la necesidad encontrar pruebas y evidencias en la construcción de la ciencia. Por otra parte, obtenemos que solo 4/10 grupos proponen preguntas catalogables de alto orden; un resultado similar al hallado por Hoffstein et al. (2005) con estudiantes que solo ha vivido AEx tipo receta ‘de cocina’. Solo un 10% propone preguntas de alto orden.

CONCLUSIONES

El análisis de la formulación de preguntas de indagación ha sido llevado a cabo, hasta ahora, esencialmente, en etapas educativas pre-universitarias, dentro de asignaturas disciplinares de ciencias. Así pues, era razonable extender este tipo de análisis a otros contextos como el de la formación inicial del profesorado; y particularmente en el de educación primaria, dada la dificultad añadida de su deficiente formación científica, a pesar de que van ser profesores de ciencias.

En este trabajo se ha estudiado la calidad de las preguntas formuladas por un grupo de estudiantes del Grado de Educación Primaria, y se ha apreciado que:

- La mayoría de las preguntas son de bajo orden y no relacionan variables físicas.
- En general son de tipo exploratorio, que buscan una definición conceptual, una generalización o una explicación causal. En ningún caso demandan, como respuesta, una comprobación, la determinación de relaciones de causalidad, asociaciones, tendencias o interacciones entre dos o más variables.

Ante las deficiencias encontradas en el presente estudio respecto al tema abordado, se plantea la necesidad de incidir y mejorar la formación de los estudiantes de maestro en la formulación de preguntas investigables para promover una indagación. Algunas propuestas para ello serían las siguientes:

- Hacer una instrucción explícita sobre las características que necesita tener una pregunta que inicia una AEx indagadora.
- Mostrarles ejemplos de preguntas bien y mal formuladas ante un problema concreto (Sanmartí y Márquez, 2012).
- La coevaluación puede facilitar la adquisición de la capacidad de formular preguntas indagadoras. Así, aplicando una serie de criterios de evaluación sobre las preguntas indagadoras, pueden analizar una gran diversidad de ejemplos y casuísticas propuestos por sus iguales.

Por otro lado, se sugiere la planificación y el desarrollo de AEx con las que los estudiantes de maestro puedan vivenciar, como alumnos de ciencia, auténticas indagaciones científicas.

Aun así, somos conscientes de la dificultad de ello en la formación inicial de maestros, dada la deficiente formación científica a la que nos hemos referido. Pero no hay que

escatimar esfuerzos si queremos que consigan enseñar ciencia con planteamientos coherentes con el enfoque de aprendizaje basado en la indagación.

BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, J.L., Parra C. y Molina, E.H. (2012). El Rol de las Preguntas de Investigación en el Método Científico. *Revista Daena, International Journal of Good Conscience*, 7(1) 169-187.
- Arnold, J. C, Kremer, K. y Mayer, J. (2014). Understanding students' experiments—What kind of support do they need in inquiry tasks? *International Journal of Science Education*, 36(16), 2719-2749.
- Biddulph, F., Symington D. y Osborne, R. (1986). The place of children's questions in Primary Science Education. *Research in Science & Technological Education*, 4(1), 77-88.
- Caamaño, A. (2011). Los trabajos prácticos en Física y Química: Interpretar e investigar. En A. Caamaño (Coord.), *Didáctica de la Física y la Química* (pp. 143-167). Barcelona: Graó.
- Criado, A. M. (2010). *Didáctica de la Física y Química*. Material docente no publicado. Universidad de Sevilla.
- Del Carmen, L. (2000). Los trabajos prácticos. En F.J. Perales y P. Cañal (Ed.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (pp.267-287). Alcoy: Marfil.
- Del Carmen, L. (2011). El lugar de los trabajos prácticos en la construcción del conocimiento científico en la enseñanza de la Biología y la Geología. En P. Cañal (Coord.), *Didáctica de la Biología y la Geología*, (pp. 91-108). Barcelona: Graó.
- Dillon, J.T. (1988). The remedial status of student questioning. *Journal of Curriculum Studies*, 20, 197–210.
- Ferrés C., Marbá, A. y Sanmartí, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 22-37.
- García-Carmona, A. (2011). *Aprender Física y Química mediante secuencias de enseñanza investigadoras*. Archidona (Málaga): Aljibe.
- García-Carmona, A. (2014). *Tipología de actividades experimentales y fases de desarrollo*. Documento de trabajo no publicado. Universidad de.
- Godoy, A.V., Segrra, C.I. y Di Mauro, M.F. (2014). Una experiencia de formación docente en el área de Ciencias Naturales basada en la indagación escolar. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 381-397.
- Hoffstein, A., Navon, O., Kipnis, M., y Namlok-Naaman, R. (2005). Developing student's ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 791-806.
- Hurtado, J. (2007, 5ª ed.). *El proyecto de Investigación*. Caracas: Ediciones Quirón-Sypal.
- Kahle, J.B., Anderson, A. y Damajanovic, A. (1991). A comparison of elementary teacher attitudes and skills in teaching science in Australia and the United States. *Research in Science Education*, 21, 208-216.

- Lund, A. y Lund, M. (2010). Lund Research Ltd. Types of quantitative research question. Recuperado de <http://dissertation.laerd.com/types-of-quantitative-research-question.php>
- Martí, J. (2012). *Aprender ciencias en la educación primaria*. Barcelona: Graó.
- Osborne, J. (2014). Scientific practices and inquiry in the science classroom. En N.G. Lederman y S.K. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*. Vol 2 (pp. 579-599). New York: Routledge/Taylor & Francis Group.
- Penick, J.E., Crow, L.W., y Bonnsteter, R.J. (1996). Questions are the answers. *The ScienceTeacher*, 63, 26–29.
- Roca, M., Márquez, C. y Sanmartí, N. (2013) Las preguntas de los alumnos: Una propuesta de análisis. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(1), 95-114
- Rocard, M., Cesrmlay, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Herniksson, H., y Hemmo, V. (2007). Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe. Bruselas: Comisión Europea. Recuperado de http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf.
- Sanmartí, N. y Márquez, C. (2012). Enseñar a plantear preguntas investigables. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 27-36.
- Yakar, Z. y Baykara, H. (2014). Inquiry-Based Laboratory Practices in a Science Teacher Training Program. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(2), 173-183.

As narrativas de ficção científica na educação em ciências: uma análise sobre as concepções de professores portugueses em formação

Ferreira, J. C. D.,¹ Reis, P.²

¹Universidade Federal do Paraná, Brasil.

E-mail: ferreirajcd@ufpr.br

²Universidade de Lisboa, Portugal.

E-mail: preis@ie.ulisboa.pt

RESUMO

Nesta pesquisa focalizamos os dizeres de nove professores de ciências em formação na Universidade de Lisboa, a respeito das narrativas de ficção científica na formação de concepções sobre o universo científico-cultural. Adotamos como referencial teórico-metodológico a vertente francesa da Análise de Discurso e a partir dessa perspectiva direcionamos nosso olhar para a relação do sujeito com as noções de *linguagem*, *ideologia* e *discurso*. As relações entre as narrativas ficcionais e o conhecimento científico podem ser exploradas didaticamente, inclusive no estudo das concepções dos estudantes sobre o empreendimento científico, sobre a atividade dos cientistas e as interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Palavras chave

Múltiplas Linguagens, Educação em Ciências, Formação de Professores.

INTRODUÇÃO

A ficção científica se apropria de diferentes formas de linguagem para abordar os mais diversos temas. Na literatura, muitas vezes ocorrem apropriações da metalinguagem científica, como podemos observar nas obras de Júlio Verne, Herbert George Wells, Isaac Asimov, Arthur C. Clarke, Ray Bradbury entre outros. O cinema, por meio de releituras das obras ou não, utiliza a materialidade audiovisual no desenvolvimento das histórias. No universo da ficção científica não se dão somente questionamentos a respeito dos conceitos, fenômenos e leis científicas, mas também acerca da própria essência da atividade científica e de seus impactos sociais.

Adotamos como referencial teórico-metodológico a Análise de Discurso de linha francesa. A partir dessa perspectiva direcionamos nosso olhar para a relação do sujeito com as noções de *linguagem*, *ideologia* e *discurso*. Sendo mediação entre o homem e a realidade natural e social, a linguagem não é transparente, neutra, uniforme e nem natural. Tem materialidade. Em sua opacidade — e em sua incompletude — a linguagem se constitui como um campo propício para o trabalho da ideologia (Orlandi, 2005).

Nesta pesquisa focalizamos os dizeres de nove sujeitos, professores de ciências em formação na Universidade de Lisboa, a respeito das múltiplas linguagens no âmbito pedagógico. Este trabalho é parte de uma ampla pesquisa desenvolvida na Universidade

Federal do Paraná, Brasil, sobre a relação entre linguagens como a literatura, o cinema, o teatro, as histórias em quadrinhos etc. e o ensino de ciências.

REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

A vertente francesa da Análise de Discurso, fundada por Michel Pêcheux e representada pioneiramente no Brasil por Eni Orlandi, concebe o discurso como “efeito de sentidos entre locutores”. Nesse viés, a língua (falada, escrita, cantada etc.) é “condição de possibilidade do discurso”. A linguagem, “mediação necessária entre o homem e a realidade natural e social” (Orlandi, 2005, p. 15), tem materialidade. É discurso. Para o estudo da linguagem, torna-se fundamental a questão do sentido em sua materialização histórica: “a linguagem só faz sentido porque se inscreve na história” (Orlandi, 2005, p. 25).

O sujeito do discurso tem uma relação dinâmica com a história, questiona e intervém na ordem dos sentidos que se cristalizam juntamente com as práticas no interior das formações discursivas: o *sujeito da enunciação* reveste-se de uma forma-sujeito histórica, o *sujeito universal* (Pêcheux, 2009). A forma-sujeito da contemporaneidade delinea um sujeito “capaz de uma liberdade sem limites e uma submissão sem falhas: pode tudo dizer, contanto que se submeta à língua para sabê-la” (Orlandi, 2005, p. 50).

É pelo discurso que o sujeito (des)identifica-se com determinadas *formações discursivas*, dispondo de conjuntos de enunciados que, pelo funcionamento da linguagem, materializam ideias e representações — as *formações ideológicas*. Todo discurso acontece sob determinadas *condições de produção*, seja no sentido estrito (contexto imediato da enunciação), seja no sentido amplo (contexto sócio-histórico e ideológico). Na atividade discursiva, as condições de produção são acionadas por uma *memória* ou *interdiscurso*:

o saber discursivo que torna possível todo dizer e que retorna sob a forma do pré-construído, o já-dito que está na base do dizível, sustentando cada tomada de palavra. O interdiscurso disponibiliza dizeres que afetam o modo como o sujeito significa em uma situação discursiva (Orlandi, 2005, p. 31).

O interdiscurso (de ordem social) determina o que pode ou não pode ser dito pelo sujeito em uma dada conjuntura sócio-histórica, isto é, a formulação do discurso (*intradiscurso*) sempre se relaciona a uma memória, a um já-dito que recorta o dizer de acordo com uma formação discursiva (regionalização do interdiscurso) em que se inscreve o sujeito.

A interlocução — e a disputa dos sujeitos pelos sentidos — se dá sempre sob a ação de um mecanismo de antecipação fundado no campo das *formações imaginárias*, isto é, o sujeito, ao dizer, projeta imagens (do interlocutor, do objeto do discurso, de si mesmo etc.) que o permitem passar do lugar empírico para as posições do sujeito no discurso (Orlandi, 2005). Pela antecipação, o sujeito produz sua argumentação nesse jogo das formações imaginárias e, intencionalmente ou não, diz segundo os efeitos que pensa produzir em seu imaginado interlocutor.

Todo dizer encontra-se no cruzamento de dois eixos: o da memória (interdiscurso ou constituição) e o da atualidade (intradiscurso ou formulação). A memória representa a base do dizível que constitui os “novos” discursos pela sua historicidade, enquanto a atualidade compreende a apropriação e formulação dos dizeres pelo sujeito em determinadas situações. Assim se dá a constituição e formulação dos sentidos (Orlandi, 2005).

A Análise de Discurso abrange práticas discursivas com diferentes modos de significar (ícones, letras, imagens, sons etc.) e, embora o texto seja notadamente uma unidade central no processo de análise, os efeitos do trabalho simbólico transcendem a escrita. Assim como no caso dos textos escritos, as possíveis interpretações de uma materialidade significante (verbal, visual etc.) não são fixas — estão sempre “em relação a”.

A interpretação está presente em toda e qualquer manifestação da linguagem. Não há sentido sem interpretação. Mais interessante ainda é pensar os diferentes gestos de interpretação, uma vez que as linguagens, ou as diferentes formas de linguagem, com suas diferentes materialidades, significam de modos distintos (Orlandi, 1996, p. 9).

Ainda sobre a pluralidade sógnica, acrescenta Orlandi (1996, p. 12):

não há um sistema de signos só, mas muitos. Porque há muitos modos de significar e a matéria significante tem plasticidade, é plural. Como os sentidos não são indiferentes à matéria significante, a relação do homem com os sentidos se exerce em diferentes materialidades, em processos de significação diversos: pintura, imagem, música, escultura, escrita etc. A matéria significante — e/ou a sua percepção — afeta o gesto de interpretação, dá uma forma a ele.

Uma discursividade se dá sob aspectos linguísticos e situacionais, além de textuais. O discurso confere materialidade à ideologia ao passo que a linguagem, em suas múltiplas formas de significar, possibilita a materialização discursiva.

MÚLTIPLAS LINGUAGENS

Na contemporaneidade intensifica-se a diversidade de formas materiais significantes e de seus respectivos efeitos simbólicos nos sujeitos. No contexto pedagógico o advento das novas tecnologias, nomeadamente as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), é um exemplo das novas demandas enfrentadas pelos professores, o que muitas vezes tem ressignificado a prática docente. A multimídia, a imagética (inclusive a 3D), a poderosa interatividade dos meios digitais e das ferramentas comunicacionais, por exemplo, requerem do professor múltiplas formas de abordagem dos conceitos. Por *múltiplas linguagens* entendemos todas as formas de significação e de mediação que, trazidas para o campo pedagógico, potencializam a produção de sentidos para o conhecimento científico, além de ampliar a formação cultural dos sujeitos ensinantes e aprendentes. Pela linguagem, diferentes sujeitos e sentidos se relacionam e se identificam de maneiras não coincidentes. É próprio da linguagem o diferente, o incompleto, o opaco, portanto o trabalho docente com múltiplas linguagens oportuniza aos sujeitos a produção de sentidos por diferentes vias de materialização, sobretudo a dos discursos científico e pedagógico. Levar múltiplas linguagens para a sala de aula é reconhecer que cada aluno possui suas particularidades de aprendizado, é um amplo processo de mediação em que “há lugar” para o aprendiz enquanto sujeito do discurso, o qual recusa tanto a fixidez dos ditos quanto a fixação de seu lugar como ouvinte, passivo espectador.

Além do vasto conjunto de materialidades significantes que adentram o espaço escolar, didaticamente ou não, no dia a dia os estudantes relacionam-se com diferentes linguagens e leituras como a literatura, o cinema, as artes visuais, a expressão corporal, a música entre outras. Nesse ponto cabem algumas questões: *Nós, professores, exploramos as múltiplas linguagens em nosso fazer pedagógico? No domínio didático, as múltiplas linguagens podem ampliar a formação científico-cultural de professores e alunos?* As respostas para essas questões não são simples nem imediatas. Contudo, neste trabalho, os dizeres de licenciandos na área das ciências naturais — simultaneamente ocupantes das

posições *aluno* e *professor* — nos dão a possibilidade de reflexão sobre alguns dos aspectos aqui mencionados.

A ficção científica

Sendo uma forma de extrapolação do discurso científico, a ficção científica possui características favoráveis tanto à divulgação das ciências quanto à apresentação e contextualização de conceitos científicos nos seus diversos aspectos (Ferreira & Raboni, 2013). O discurso ficcional contextualiza os objetos da ciência e mostra-se importante como uma forma de problematização, desautomatização e mobilização dos sentidos do discurso científico. Nesse viés, as relações entre as narrativas ficcionais e o conhecimento científico podem ser amplamente exploradas didaticamente, inclusive no estudo das concepções dos estudantes sobre o empreendimento científico, sobre a atividade dos cientistas e as interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Reis & Galvão, 2007).

Constituída como cultura, a ficção científica (FC) está no campo da diversidade, da ruptura e da heterogeneidade. Para Eagleton (2011, p. 51), “a ficção científica pertence à cultura popular ou ‘de massa’, uma categoria que paira ambigualmente entre o antropológico e o estético”. No *multiverso* cultural também é possível situar a ficção científica na esfera epistemológica, isto é, a FC dispõe de elementos ficcionais para mobilizar discursos, ideias e debates sobre a tecnociência e, por outro lado, legitima seu valor literário ao ultrapassar a realidade, ao desautomatizar o discurso científico.

A FC se caracteriza, a nosso ver, como uma das múltiplas linguagens possíveis no fazer pedagógico, notadamente na educação em ciências, tanto no estudo de conceitos, ideias e questões socioculturais e sociopolíticas das ciências quanto na investigação das concepções e representações dos alunos a respeito da imagem do cientista na sociedade, assim como da atividade científica e de seus desdobramentos na relação ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Todos esses aspectos estão intimamente inter-relacionados e podem/devem ser considerados conjuntamente.

A conjectura da narrativa ficcional é também um processo de transformação da realidade, mas não uma transformação no sentido sociopolítico, social e lentamente produzida. Trata-se de uma transformação pautada por elementos contrafactuais que incidem nas estruturas de nossas representações sobre o mundo real, extrapolando essa realidade aos limites de nossa imaginação.

Neste trabalho nossa análise incide especialmente na relação entre as narrativas da ficção científica e a educação em ciências segundo os dizeres dos sujeitos da pesquisa. O discurso ficcional, voltado ao devaneio e à imaginação, está amalgamado aos sentidos do discurso científico e representa um ponto de apoio para a significação científica (escolarizada ou não), seja no nível conceitual-fenomenológico, no histórico-metodológico ou no sociopolítico.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E ANÁLISES

Com o aporte teórico-metodológico da Análise de Discurso de linha francesa, buscamos uma compreensão sobre os efeitos de sentidos materializados nos enunciados dos sujeitos da pesquisa, estabelecendo uma relação com diferentes processos de significação para a relação entre a ficção científica e o ensino de ciências.

Os sujeitos desta pesquisa são nove licenciandos (doravante referidos por nomes de personagens da ficção científica) no segundo ciclo dos cursos de ciências naturais da Universidade de Lisboa. Os cursos nos quais estão matriculados os sujeitos desta pesquisa

são: Mestrado em Ensino de Física e Química e Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia.

Durante o mês de fevereiro de 2015 aplicamos um questionário referente à aproximação entre as múltiplas linguagens e o ensino de ciências. A partir da organização dos dados obtidos, selecionamos para a presente análise a seguinte questão:

As narrativas de ficção científica podem influenciar as concepções dos estudantes sobre a figura do cientista e do empreendimento científico na sociedade? Como?

Passamos agora à análise das respostas dos sujeitos para a referida questão.

As narrativas de ficção científica e as concepções dos estudantes

Na vida cotidiana, os sujeitos estão em contato com os mais variados discursos, os quais sustentam determinadas ideias e imagens que se materializam de múltiplas formas. Nesse ponto nos interessam os modos como as narrativas (textos escritos, imagens e vídeos) da ficção científica afetam as concepções dos estudantes sobre as ciências, já que é inegável essa influência, conforme apontam Reis & Galvão (2004, 2006, 2007), Reis, Rodrigues & Santos (2006) entre outros trabalhos na contemporaneidade. Mais do que isso, investigamos as concepções dos licenciandos sobre essas determinações no domínio didático, ou seja, procuramos compreender como os sujeitos concebem a utilização dessa linguagem nas aulas de ciências.

Analisamos os pontos favoráveis e desfavoráveis que os licenciandos atribuem à relação entre ficção científica e ensino de ciências, no que diz respeito aos efeitos no aprendizado científico de seus alunos. Como ponto de partida para a análise sobre a influência das narrativas da ficção científica na formação de concepções sobre o universo científico, destacamos as seguintes respostas (com formatação em *itálico* nas ênfases de nosso recorte discursivo):

Sim, criando estereótipos da figura dos cientistas e coloca os mesmos como sendo uma classe elitista, que vive num mundo à parte (Deanna).

Sim, bastante, pois são criadas ideias estereotipadas sobre os cientistas, dando sempre uma visão de elitismo, parecendo que a ciência não é alcançável pelos comuns mortais (Kira).

Sim, basta ver a imagem que os alunos ainda têm do cientista, como se fosse alguém inacessível, que passa os dias no seu laboratório, um cientista "maluco" (Delenn).

Sim. O cientista pode ser retratado como um louco excêntrico de bata branca ou podem explorar as suas vivências e mostrá-lo como uma pessoa como todas as outras, com defeitos e virtudes (Cora).

Sim, sem dúvida. Na maioria das vezes esse é o único contacto que os jovens têm com os bastidores da ciência (Alex).

Para os sujeitos da pesquisa é consenso a influência das narrativas da ficção científica nas concepções dos alunos sobre as figuras do cientista e do fazer científico na sociedade. Esse é um ponto muito importante, visto que as concepções distorcidas sobre o empreendimento científico representam enormes obstáculos ao aprendizado das ciências. Mais do que isso, ideias estereotipadas sobre o universo científico podem desencorajar os estudantes a seguirem uma carreira profissional nesse campo.

É comum a associação da imagem do cientista a uma posição diferenciada na sociedade, uma seleta elite intelectual inatingível, excêntrica. O imaginário sobre a figura do cientista

pode encontrar sua origem nas caricaturas frequentemente empregadas no discurso ficcional, legítimo recurso narrativo tanto na literatura quanto nas obras cinematográficas. No entanto, essa “caricaturização” da ciência e do cientista merece atenção especial, sobretudo na inserção das obras de ficção no âmbito didático. As apropriações pedagógicas do gênero ficcional devem ser permeadas pelo questionamento desses estereótipos e também de outras questões como, por exemplo, o protagonismo predominantemente masculino no universo da ficção científica (tanto de personagens quanto de escritores).

Importa destacar que essa distorção das imagens de ciência e de cientista não se dá somente na FC. O discurso de divulgação científica, por exemplo, muitas vezes negligencia o referente científico e desdobra-se como uma forma de espetacularização da ciência. A “distorção” da ciência não é uma exclusividade do discurso ficcional, podendo ser propagada por inúmeras discursividades, inclusive pelo próprio efeito de “didatização” dos conceitos científicos, as analogias, simplificações, adaptações etc.

As narrativas de ficção científica podem influenciar as concepções dos estudantes tal como qualquer outro tipo de ficção que interesse os estudantes (*Marty*).

Marty reconhece a influência de outros gêneros de ficção nas concepções dos estudantes, o que inclui não somente o discurso de divulgação científica enviesado, propagandístico e atrelado a outros interesses, mas também os efeitos de didatização do discurso pedagógico, uma releitura do discurso científico.

A ficção científica na escola constitui-se na tensão entre a “obrigatoriedade” (conteúdos a serem ensinados/aprendidos) e o “entretenimento” (fruição e imaginação). Além disso, os sentidos dos conceitos não estão ancorados somente nos efeitos de evidência e estabilidade lógica do discurso científico, ou seja, é na contextualização, mobilização e problematização do conhecimento científico que o estudante produz sentidos e aprende. Em todos os casos, caberá ao professor a tarefa de mediação diante das rupturas entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, ação possível com o emprego de múltiplas linguagens, inclusive a ficção científica e o seu universo de conjecturas, extrapolações e de recusa à inércia própria do que se mostra como evidente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na atualidade, a proposição da incorporação de múltiplas linguagens no ensino das ciências é tema de muitas pesquisas. Além da ficção científica (literatura ou cinema), outras linguagens como o teatro, as histórias em quadrinhos, os documentários e as plataformas das TIC estão sendo trazidas para o contexto didático das ciências. Ainda que haja um encorajamento dos docentes para essa utilização, tanto pelos próprios parâmetros curriculares quanto pelas pesquisas contemporâneas, algumas barreiras dificultam uma exploração mais efetiva desse universo científico-cultural. Em muitos casos, uma ideia equivocada sobre a ciência como um produto que se define em si mesmo, não como uma construção com rupturas e reformulações, mas um discurso unívoco e monológico, impossibilita o trabalho de contextualização do conhecimento científico, dos seus aspectos socioculturais e sociopolíticos, por exemplo.

Se pensarmos na ciência como uma construção, um longo processo sócio-histórico, atualmente, na educação científica, apresentamos somente o edifício finalizado, *sempre já-lá*. No ensino dos conceitos são ocultadas as rupturas paradigmáticas e os processos de retificação do saber científico. As múltiplas linguagens oferecem condições para a exploração desses aspectos que estão sendo negligenciados na educação em ciências, pois

deslocam sentidos, recusam a fixidez dos efeitos de evidência do discurso científico e desvelam outras perspectivas dos objetos de estudo. A ficção científica extrapola os limites conceituais sustentando-se em uma base de racionalidade científica, o que não difere necessariamente de algumas inferências feitas por cientistas com ideias à frente de sua época. A ficção apresenta um universo de possibilidades e de reflexão sobre os produtos científicos, gerando questionamentos e debates muito profícuos quando aproveitados no contexto pedagógico.

BIBLIOGRAFÍA

- Eagleton, T. (2011). *A ideia de cultura*. São Paulo: Editora UNESP.
- Ferreira, J. C. D. & Raboni, P. C. A. (2013). A ficção científica de Júlio Verne e o ensino de física: uma análise de “Vinte Mil Léguas Submarinas”. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 30(1), 84-103.
- Orlandi, E. P. (1996). *Interpretação: autoria, leitura e efeitos do trabalho simbólico*. Petrópolis, RJ: Vozes.
- Orlandi, E. P. (2005). *Análise de discurso: princípios e procedimentos*. Campinas, SP: Pontes Editores.
- Pêcheux, M. (2009). *Semântica e discurso: uma crítica à afirmação do óbvio*. Campinas, SP: Editora da Unicamp.
- Reis, P. & Galvão, C. (2004). Socio-scientific controversies and students' conceptions about scientists. *Int. J. Sci. Educ.*, 26(13), 1621-1633.
- Reis, P. & Galvão, C. (2006). O diagnóstico de concepções sobre os cientistas através da análise e discussão de histórias de ficção científica redigidas pelos alunos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), 213-234.
- Reis, P. & Galvão, C. (2007). Reflecting on scientists' activity based on science fiction stories written by secondary students. *Int. J. Sci. Educ.*, 29(10), 1245-1260.
- Reis, P., Rodrigues, S. & Santos, F. (2006). Concepções sobre os cientistas em alunos do 1º ciclo do Ensino Básico: “poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas”. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(1), 51-74.

Enseñanza de la biología evolutiva: una mirada desde el conocimiento didáctico del contenido

González, L., Pérez, G., Meinardi, E.

*Instituto de Investigaciones CeFIEC, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Universidad de Buenos Aires*

leomgalli@gmail.com

RESUMEN

En este trabajo sugerimos la necesidad de identificar y tener en cuenta las dificultades específicas asociadas a la enseñanza de cada contenido. Consideramos que esto es parte del llamando conocimiento didáctico del contenido y que constituye un aspecto fundamental del conocimiento del docente como profesional. Ilustramos esta perspectiva con el caso de la biología evolutiva. A tal fin mostramos cómo de la interacción entre las particularidades epistemológicas de dicho contenido con algunos aspectos particulares de la cognición de los estudiantes emergen problemas específicos de enseñanza y de aprendizaje cuya consideración es necesaria para lograr el aprendizaje.

PALABRAS CLAVE

Evolución, Modelo de evolución por selección natural, teleología, conocimiento didáctico del contenido

INTRODUCCIÓN

La teoría de la evolución constituye un contenido fundamental en la enseñanza de las ciencias. El amplio acuerdo existente sobre este punto se basa en que se trata de una teoría central para la biología y con implicancias en otros ámbitos (social, epistemológico, ético) que exceden lo estrictamente biológico (Stamos, 2008). Por tal motivo, se considera que todo ciudadano que transite la enseñanza formal obligatoria debería contar con algunos conocimientos mínimos sobre esta materia (Kampourakis, 2014; WGTE, 1998). La teoría de la evolución incluye diversos modelos. Entre estos modelos se pueden mencionar la deriva génica, los equilibrios puntuados, la herencia epigenética, la “evo-devo” (biología evolucionaria del desarrollo) y la endosimbiosis serial, entre otros. En este trabajo nos centraremos en el *modelo de evolución por selección natural*, sobre cuyo lugar central dentro de la teoría existe un amplio consenso (Dupré, 2006; Futuyama, 2009).

Sin embargo, son muchas las investigaciones que, desde hace ya más de tres décadas, muestran que la mayoría de las personas (¡incluidos profesores de ciencias y egresados de carreras universitarias relacionadas con la biología!) no poseen estos conocimientos (Bishop y Anderson, 1990; Jiménez Aleixandre, 1991; Smith, 2010). Se ha identificado numerosos factores que convergen en este resultado educativo, entre ellos la existencia y resistencia de concepciones alternativas, la inadecuación de los materiales didácticos (especialmente los libros de texto escolares) y los conflictos que el tema suscita en relación con la religión.

En la mayoría de los análisis sobre este problema se asumen que la teoría de la evolución es un contenido claramente definido cuyos componentes (conceptos, modelos, términos técnicos, etc.) están claramente delimitados, sin ambigüedades ni “zonas grises”. El

contenido, en este caso el *modelo de evolución por selección natural*, se considera, en suma, “a-problemático”. Sin embargo, este supuesto resulta epistemológicamente ingenuo. En efecto, aún una mirada superficial a la literatura sobre epistemología específica de la biología (véase, por ejemplo, Ayala y Arp, 2010) deja en claro que la biología evolutiva (como toda ciencia) presente innumerables problemas en relación con el significado y alcance de sus modelos. En este trabajo argumentamos que, contra esta perspectiva, los contenidos científicos en general, y el *modelo de evolución por selección natural* en particular, presentan aspectos conceptual y epistemológicamente problemáticos que es necesario tener en cuenta en la enseñanza.

En relación con lo estrictamente didáctico, muchas propuestas de investigación y de innovación se basan en la aplicación de marcos teóricos generales de la didáctica (argumentación, resolución de problemas, metacognición, etc.) al caso de la evolución. Sin negar la utilidad de este enfoque, sugerimos que es necesario considerar además aquellos problemas propios de la enseñanza de cada contenido específico, problemas que emergen de la interacción entre las particularidades cognitivas de los estudiantes (representaciones, sesgos cognitivos) y las particularidades epistemológicas del contenido (estilos de argumentación, supuestos ontológicos), a lo que habría que agregar la influencia de los particulares contextos educativos. Asimismo, proponemos que el conocimiento de estos aspectos específicos de la enseñanza de un contenido constituye una parte fundamental del denominado *conocimiento didáctico del contenido* (CDC), unos de los componentes del *conocimiento profesional del profesorado* (CPP). En este trabajo fundamentamos esta perspectiva didáctica y la ilustramos para el caso de la enseñanza del *modelo de evolución por selección natural*.

DESARROLLO

Conocimiento didáctico del contenido

Una pregunta fundamental en relación con la formación de los docentes es ¿cuáles son los conocimientos, destrezas, actitudes, disposiciones que ha de poseer un profesor de Enseñanza Secundaria? (Marcelo, 1993). En relación con el conocimiento que debería poseer un profesor, distintos autores han ofrecido diferentes propuestas sobre cuáles son los componentes de dicho conocimiento. Siguiendo a Grossman et al. (1989), Marcelo (op. cit.) propone que el CPP incluye cuatro componentes:

- (1) Conocimiento pedagógico general (CPG).
- (2) Conocimiento del contenido (CCT).
- (3) Conocimiento del contexto (CCX).
- (4) Conocimiento didáctico del contenido (CDC).

El CDC se refiere al proceso de adaptación del contenido de una disciplina llevado a cabo por el docente y a cómo dicho proceso es relaciona con la formación inicial del docente, con su conocimiento del contenido y con las particularidades propias de la disciplina enseñada. Según Shulman (citado por Marcelo, 1993) “*Dentro de la categoría conocimiento didáctico del contenido incluyo los temas más comúnmente enseñados en una determinada asignatura, las formas más útiles para representar las ideas, las analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones más poderosas, en una palabra, las formas de representar y formular el contenido para hacerlo comprensible a otros. El conocimiento didáctico del contenido también incluye un conocimiento de lo que facilita o dificulta el aprendizaje de temas concretos; las concepciones y preconcepciones que los estudiantes de diferentes edades y procedencia*

traen consigo cuando aprenden los temas y lecciones más frecuentemente enseñadas" (Shulman, 1986, p. 9-10).

De todos los componentes del CPP es el CDC el que incluye aquello que de particular y único tiene la enseñanza de un contenido específico. Como vemos, se incluye en esta categoría el conocimiento de las concepciones de los estudiantes así como el modo en que estos aprenden nuevos contenidos. Por otro lado, en esta taxonomía, el conocimiento sobre las particularidades epistemológicas del contenido a enseñar parecería estar incluido en el denominado "conocimiento del contenido" (CC). Sin embargo, en este trabajo sugerimos que para enseñar un contenido específico el docente debe necesariamente relacionar el CC con el CDC porque, en buena medida, las dificultades para aprender cierto contenido emergen de la interacción entre la estructura de dicho contenido y las características cognitivas de los estudiantes.

En las secciones siguientes nos proponemos ilustrar este enfoque para el caso de la enseñanza del *modelo de evolución por selección natural*. A tal efecto analizaremos primero algunos rasgos epistemológicos propios del modelo a enseñar, luego reseñaremos algunos análisis sobre ciertos rasgos cognitivos de los estudiantes especialmente pertinentes para la enseñanza de este tema y, finalmente, mostraremos cómo la interacción entre estos factores condiciona el aprendizaje. La idea principal es que el conocimiento de estos factores y de su interacción es fundamental para el profesor y que dicho conocimiento es una parte importante del CDC.

Particularidades epistemológicas de la teoría de la evolución

En el ámbito educativo y para el nivel de la enseñanza general obligatoria, la didáctica de la biología ha tomado como referencia disciplinar de la biología la Teoría Sintética de la Evolución. Esta teoría consiste en un consenso cristalizado a mediados del siglo XX y que tiene como componentes centrales el *modelo de evolución por selección natural* y aquellos que explican el origen de las variantes heredables (genética mendeliana y, posteriormente, biología molecular). Sin embargo, la biología evolutiva constituye un área disciplinar en expansión y revisión. Numerosos debates tienen lugar en el ámbito científico y varios de los supuestos básicos de la teoría sintética de la evolución están en cuestión (Dupré, 2011, 2009; Pigliucci y Müller, 2010). Más allá de estos debates actuales, en la enseñanza se ha asumido que la teoría sintética de la evolución en general, y el *modelo de evolución por selección natural* en particular, constituye un cuerpo teórico claramente definido, sin ambigüedades ni contradicciones. Esto es, se ha asumido que estos contenidos son "a-problemáticos". Sin embargo, como hemos mencionado en la introducción, dentro de la epistemología de la biología (una rama de la filosofía de la ciencia en rápida extensión desde fines de la década de 1970) se dan numerosos debates que atestiguan que las definiciones y alcances de los modelos de la TSE no son tan claros como se asume en la enseñanza.

Uno de los debates epistemológicos en relación con el *modelo de evolución por selección natural* se refiere a la naturaleza de las explicaciones basadas en dicho modelo (Allen, 2003). En efecto, las explicaciones darwinianas de la evolución adaptativa no parecen ser del mismo tipo que aquellas producidas por las demás ciencias naturales e incluso por muchas ramas de la biología como aquellas englobadas en la "biología funcional" (fisiología, genética, etc.). En el marco de esta discusión, varios autores (Ayala, 1970; Caponi, 2003; Dennett, 1995; Ruse, 2000; Lennox, 1993 y Brandon, 1981, entre otros) han sugerido que, de hecho, las explicaciones darwinianas tienen una estructura teleológica. A partir de diversos argumentos, estos autores convergen en esta conclusión que, aunque heterodoxa (sobre todo a los ojos de biólogos y educadores), ha ganado

muchos y destacados adeptos en el ámbito de la filosofía en los últimos años. Esta propuesta es coherente, además, con la innegable observación de que los biólogos, en mucha mayor medida que los demás científicos, han recurrido y recurren con mucha frecuencia a expresiones finalistas.

Como ejemplo de estos análisis podemos mencionar, brevemente, que Ruse (2000) sostiene que aunque la explicación darwiniana no sea en sí misma teleológica (otros autores, como Caponi, 2003, sí afirman esto) no es posible construir tales explicaciones sin preguntarse antes a qué fin sirve el rasgo cuya evolución queremos explicar. Dicha pregunta surge de asumir que el ser vivo *es como* un objeto diseñado, en el que cada parte ha sido concebida para cumplir alguna función. Es decir, este modo de analizar al ser vivo se basa en la metáfora del diseño. Para Ruse, sin embargo, el recurso a esta metáfora no es opcional sino obligado: no podemos formular hipótesis adaptativas para luego construir explicaciones darwinianas sin antes observar al organismo *como si* fuera (he aquí la metáfora) un objeto de diseño.

Por supuesto, otros autores rechazan estos argumentos y sostienen la postura ortodoxa que niega todo rol legítimo a la teleología en la biología (Mahner y Bunge, 2000). En cualquier caso, no es nuestro objetivo aquí resolver este debate epistemológico sino, simplemente, señalar que su sola existencia evidencia el estatus problemático de las nociones finalistas en la biología en general y en relación con el *modelo de evolución por selección natural* en particular.

Sesgos cognitivos en el razonamiento sobre lo vivo

Desde ciertas líneas de investigación en psicología cognitiva -relacionadas con la llamada “teoría de la modularidad” (Hirschfeld, L. y Gelman, S. 2002: Pinker, 2000) - se sostiene que las personas poseemos ciertos modos de razonar especialmente “diseñados” (esto es, que son producto de la selección natural) para procesar información perteneciente a dominios específicos. Aunque hay un debate acerca de cuáles serían exactamente esos dominios (Pozo Municio, 2014), existe cierto consenso sobre la existencia de un dominio especializado en las interacciones sociales y uno especializado en los fenómenos físicos. El módulo mental encargado de dar cuenta del dominio de las interacciones sociales constituiría una “psicología intuitiva” (*folk psychology*) y el asociado a los fenómenos físicos una “física intuitiva”. Algunos autores (Wellman, 1990) defienden, además, la idea de que también disponemos de una “biología intuitiva”, mientras que otros consideran que nuestro razonamiento sobre el dominio biológico se basan en una extrapolación de la psicología intuitiva (Carey, 1995). En cualquier caso, existe un amplio acuerdo sobre el hecho de que nuestros razonamientos sobre lo vivo presentan algunos sesgos cognitivos que están claramente presentes en todas las poblaciones estudiadas y que probablemente sea universal. Dos rasgos destacados de esta “biología intuitiva” son la teleología, esto es el supuesto de que todo sistema o fenómeno biológico sucede y existe para alcanzar cierto fin predeterminado, y el esencialismo, el supuesto de que en todo sistema biológico subyace una esencia inmaterial que da la identidad a ese fenómeno y que es inmutable (Atran, 1999: Evans, 2010). Estos sesgos cognitivos son funcionales, es decir, permiten al sujeto explicar y explicarse numerosos fenómenos del mundo (esto es independiente del hecho de que cómo se juzguen estas explicaciones desde el punto de vista científico) y tomar decisiones en la vida cotidiana (Evans, op. cit.). Por otro lado, resulta bastante evidente que estos modos de razonar interferirán en la comprensión de diversos modelos científicos (Inagaki y Hatano, 2010) y, especialmente, en el que nos ocupa, el *modelo de evolución por selección natural* y las evidencias de la investigación en didáctica de las ciencias así lo confirman (González Galli y Meinardi, 2015, 2011). En efecto, el MESN supone renunciar a la teleología, por ejemplo para comprender que las

mutaciones que dan origen a las variantes heredables luego seleccionadas no surgen preferentemente según las necesidades del organismo. Del mismo modo, cuando el *modelo de evolución por selección natural* se utiliza para explicar la especiación, es necesario renunciar al esencialismo para comprender que las especies no tienen ninguna esencia inmutable.

Implicancias didácticas

En la didáctica de la biología se ha asumido siempre que las nociones teleológicas son científicamente inaceptables y, en consecuencia, las propuestas didácticas derivadas de las investigaciones han tenido como objetivo principal que los estudiantes abandonen sus (omnipresentes y resistentes) ideas teleológicas, propuestas frecuentemente relacionadas con teorías del cambio conceptual (Como notables excepciones véase Tamir y Zohar, 1991 y Jungwirth, 1975a, 1975b). En la práctica educativa esta perspectiva ha derivado en una tendencia, por parte de los docentes, a censurar las expresiones teleológicas de sus estudiantes (Zohar y Ginossar, 1998).

Sin embargo, este enfoque resulta al menos cuestionable si tenemos en cuenta los análisis de los dos apartados anteriores. Las dos conclusiones de dichos apartados son: (1) los biólogos recurren con frecuencia a expresiones teleológicas y, según muchos autores, el propio *modelo de evolución por selección natural* es en algún sentido relevante teleológico y (2) los estudiantes tienen un sesgo cognitivo funcional hacia las explicaciones teleológicas en el dominio biológico. Desde esta perspectiva, no tendría mucho sentido (y no sería viable, por otro lado) pretender que los estudiantes abandonaran un modo de razonar que los propios biólogos utilizan y que, incluso, es probable que sea imprescindible para comprender y utilizar el *modelo de evolución por selección natural*.

Como vemos, tenemos aquí un problema muy específico en relación con el contenido a enseñar. Si en vez del *modelo de evolución por selección natural* estuviéramos enseñando, por ejemplo, el modelo atómico el problema sería otro porque podríamos sostener el objetivo de que los estudiantes renunciaran (al menos al momento de utilizar el modelo) al razonamiento teleológico. Es la particular interacción entre un sesgo cognitivo de los estudiantes y ciertas particularidades epistemológicas del modelo a enseñar lo que genera este problema didáctico.

CONCLUSIONES

La investigación sobre el *conocimiento profesional del profesorado* es fundamental para repensar la formación docente. Dentro de los componentes del CPP el CDC es el que menos atención ha recibido en la investigación. En este trabajo buscamos llamar la atención sobre la importancia del CDC y, más en particular, de aquellos aspectos que emergen de la interacción entre las características epistemológicas del contenido a enseñar y las características cognitivas de los estudiantes. Ilustramos esta cuestión analizando el problema de la teleología para la enseñanza de la biología evolutiva. La actitud tradicional en relación con este problema ha consistido en negar un rol legítimo para la teleología y en propiciar el abandono de estas nociones por parte de los estudiantes (con frecuencia mediante el cambio conceptual). En el ámbito de las prácticas educativas esta perspectiva ha resultado en una censura, por parte de los docentes, de las expresiones teleológicas de los estudiantes. Esta perspectiva tradicional parte de asumir que en el modelo a enseñar, el *modelo de evolución por selección natural* en este caso, no tiene aspectos teleológicos y que, de hecho, es incompatible con toda forma de teleología. El análisis epistemológico de este modelo muestra, sin embargo, que esta postura es ingenua. Aún quienes rechacen la sugerencia de que el propio modelo es en algún sentido relevante

teleológico deberán aceptar que el tema es, al menos, objeto de debate. Este caso ilustra cómo se puede adoptar una postura didácticamente cuestionable a partir de tener un conocimiento limitado del contenido a enseñar (*conocimiento del contenido*). Por otro lado, los estilos de razonamiento de los estudiantes (el sesgo teleológico que es parte de la “biología intuitiva”) hacen que la postura de censura sea menos sostenible aún. ¿Cómo censurar un modo de razonar que es parte de la cognición normal y funcional de los estudiantes y que, además, es probable que sea necesario para utilizar el modelo científico a enseñar? Creemos que este análisis del problema de la teleología en la biología ilustra claramente la importancia del CDC en la formación docente y la necesidad de investigar los particulares problemas asociados a la enseñanza y el aprendizaje de cada contenido específico del currículo de ciencias naturales para contribuir al desarrollo del CDC en cada área disciplinar.

BIBLIOGRAFÍA

- Atran, S. (1999). Folk Biology. En Wilson, R. y Keil, F. (Eds.). *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences* (pp. 317-318). Cambridge, Massachusetts: [The MIT Press](#).
- Ayala, F. (1970). Teleological explanations in evolutionary biology. *Philosophy of Sciences*, 37(1), 1-15.
- Ayala, F. y Arp, R. (Eds.). (2010). *Contemporary Debates in Philosophy of Biology*. Malden: Wiley-Blackwell.
- Bishop, B. y Anderson, C. (1990). Students conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(5), 415-427.
- Brandon, R. (1981). Biological teleology: Questions and explications. *Studies in History and Philosophy of Science*, 12(2), 91-105.
- Caponi, G. (2003). Darwin: entre Paley y Demócrito. *História, Ciências, Saúde. Manguinhos*, 10(3), 993-1023.
- Carey, S. (1995). On the origin of causal understanding. En Sperber, D., Premak, D. y Premak, A. (Eds.). *Causal Cognition: A Multidisciplinary Debate* (pp. 268-308). New York: Oxford University Press.
- Dennett, D. (1995), *Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings of Life*. Nueva York, EUA: Simon and Schuster.
- Dupré, J. (2006). *El legado de Darwin. Qué significa hoy la evolución*. Buenos Aires: Katz.
- Dupré, J. (2009). Más allá del darwinismo. *Ciencia Hoy*, 19, 113, 8-9.
- Dupré, J. (2011). Darwinismo posgenómico. En Barahona, A., Suárez, E. y H. Rheinberger (Eds.), *Darwin. El arte de hacer ciencia* (pp. 163-185). México, DF.: Universidad Nacional Autónoma de México - Facultad de Ciencias.
- Evans, M. (2010). Conceptual Change and Evolutionary Biology: A Developmental Analysis. En Vosniadou, S. (Ed.) *International Handbook of Research in Conceptual Change* (pp. 263-294). Nueva York: Routledge.
- Futuyma, D. (2009). *Evolution*. Sunderland: Sinauer.
- González Galli, L. y Meinardi, E. (2011) The Role of Teleological Thinking in Learning the Darwinian Model of Evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 4(1), p. 145-152.

- González Galli, L. y Meinardi, E. (2015) Una investigación sobre los obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural en estudiantes de escuela secundaria de Argentina. *Ciencia y Educação*, 21(1), p. 101-122.
- Grossman, P., Wilson, S. y Shulman, L. (1989). Teachers of Substance: Subject Matter Knowledge for Teaching. En M. Reynolds (Ed.). *Knowledge Base for the Beginning Teacher* (pp. 23-36). New York, Pergamon Press.
- Hirschfeld, L. y Gelman, S. (2002). (Comp.). *Cartografía de la mente. La especificidad de dominio en la cognición y en la cultura. Vol. I. Orígenes, procesos y conceptos*. Barcelona: Gedisa.
- Inagaki, K. y Hatano, G. (2010). Conceptual Change in Naïve Biology. En Vosniadou, S. (Ed.) *International Handbook of Research in Conceptual Change* (pp. 240-262). Nueva York: Routledge.
- Jiménez Aleixandre, M. (1991). Cambiando las ideas sobre el cambio biológico. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 9(3), 248-256.
- Jungwirth, E. (1975a). Caveat mentor-Let the teacher beware! *Research in Science Education*, 5(1), 153-160.
- Jungwirth, E. (1975b). The problem of teleology in Biology as a problem of Biology teacher education. *Journal of Biological Education*, 9(6), 243-246.
- Kampourakis, K. (2014). *Understanding evolution*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lennox, J. (1993). Darwin was a teleologist. *Biology and Philosophy*, 8(4), 409-421.
- Mahner, M. y Bunge, M. (2000), *Fundamentos de Biofilosofía*. México DF, México: Siglo XXI.
- Marcelo, C. (1993). Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre conocimiento didáctico del contenido. En Montero, L. y Vez, J.M. (Eds.). *Las didácticas específicas en la formación del profesorado* (pp. 151-185). Santiago: Tórculo.
- Pigliucci, M. y Müller, G. (Eds.). (2010). *Evolution. The extended Synthesis*. Cambridge: MIT Press.
- Pinker, S. (2000). *Cómo funciona la mente*. Barcelona: Destino.
- Pozo Municio, J. I. (2014). *Psicología del aprendizaje humano. Adquisición de conocimiento y cambio personal*. Madrid: Morata.
- Ruse, M. (2000). Teleology: Yesterday, Today, and Tomorrow? *Studies in History and Philosophy of Biological & Biomedical Sciences*, 31(1), 213-232.
- Shulman, L. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Smith, M. (2010). Current Status of Research in teaching and Learning Evolution: II. Pedagogical Issues. *Science and Education*, 19(4-8), 523-538.
- Stamos, D. (2008). *Evolution and the Big Questions. Sex, Race and other Matters*. Malden: Blackwell.

Wellman, H. (1990). *The Child's Theory of Mind*. Massachusetts: MIT Press.

WGTE (Working Group on Teaching Evolution). (1998). *Teaching about evolution and the nature of science*. Washington DC: National Academy Press.

Zohar, A. y Ginossar, S. (1998). Lifting the Taboo Regarding Teleology and Anthropomorphism in Biology. Education-Heretical Suggestions. *Science Education*, 82(6), 679-697.

El enfoque de los contenidos sobre rocas y minerales en libros de texto de 1º de ESO

Jaén, M., Roca, M. L.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.

mjaen@um.es

RESUMEN

En este trabajo se realiza un estudio sobre algunos libros de texto de Biología Geología, correspondientes a seis editoriales de las más utilizadas en centros de Educación Secundaria de la zona. Se han analizado los temas sobre minerales y rocas, desde el punto de vista de los contenidos que proponen y su organización, incidiendo también en la presencia de errores o simplificaciones. Se han analizado las ilustraciones y su papel respecto a los contenidos teóricos y las actividades -exceptuando las cuestiones-, propuestas en cada uno de los temas, caracterizándolas según sus objetivos y riqueza competencial. Los resultados son bastante similares en todos los editoriales y el enfoque de los contenidos es bastante tradicional. Podríamos decir que son similares a los propuestos en los libros de los últimos treinta años, excepto el incremento de las ilustraciones.

Palabras clave

Libros texto, rocas, minerales, ESO

INTRODUCCIÓN

Como idea inicial, podríamos preguntarnos si el planteamiento de las Ciencias de la Tierra con un enfoque clásico de tipo disciplinar y no como una realidad de procesos interconectados, tiene algo que ver con el cierto desinterés y desmotivación que genera en los estudiantes al aprenderlas y en los profesores al enseñarlas (Jaén, 2008).

Por otra parte, en el ámbito de la investigación científica se ha impuesto, desde hace décadas, una visión holística del sistema terrestre como la única manera de comprender y abordar problemas que tienen consecuencias a escala planetaria (Mayer, Brown, Graham y Jax, 1992). Trasladar este enfoque a la educación es un reto difícil pero necesario, que requiere la participación de todos los sectores implicados, desde la formación inicial de los futuros docentes a la concepción de planes de estudio adecuados en los diferentes niveles educativos.

En este sentido, si parece necesario adaptar los currículos a la actualidad, en el caso de las Ciencias de La Tierra es mucho mayor esta necesidad de adaptación a la vista del desinterés de los alumnos, que la consideran como algo irrelevante y difícil. Según Pedrinaci (2011) la Geología es una materia que viene padeciendo unos currículos oficiales que desaprovechan buena parte de su capacidad formativa y de su poder explicativo.

En la enseñanza de la Geología un factor determinante es la selección y organización de los contenidos. Se debería diferenciar entre el estudio de hechos y datos, como puede ser conocer las propiedades de los materiales terrestres, su localización, tipos de recursos, etc., de las explicaciones e interpretaciones de los procesos geológicos, como el

dinamismo terrestre, la causalidad y consecuencias de los cambios en la superficie terrestre, el origen de las rocas, la diversidad y amplitud de escalas espaciales, el concepto de tiempo geológico, las relaciones de interacción que se producen en el sistema Tierra, etc. Y no podemos enseñar de la misma forma independientemente del tipo de contenidos, su dificultad, el razonamiento y argumentaciones necesarias, etc.

También hemos de considerar las problemáticas de aprendizaje de estos contenidos, en las que son primordiales las dificultades derivadas de la complejidad de los modelos teóricos explicativos sobre la formación de las rocas que indefectiblemente nos llevan al dinamismo terrestre, así como las ideas alternativas que los estudiantes mantienen sobre las rocas y minerales (Pedrinaci, 1987; Gohau, 1995). Sobre este punto, los estudiantes de Educación Secundaria consideran que las rocas tienen la misma edad de la Tierra incluso cuando se les plantean tareas en las que han de explicar su formación, actúan como si siempre hubieran estado allí. Sin embargo, los libros de texto clasifican desde el inicio las rocas en sedimentarias, ígneas y metamórficas precisamente subrayando un origen inconsistente con lo que piensan los estudiantes (Pedrinaci, 2001).

Por otra parte, será muy difícil entender el modelo dinámico de funcionamiento de la Tierra mediante planteamientos meramente descriptivos sobre los materiales terrestres y sus propiedades. La complejidad de algunos contenidos geológicos hace indispensable la selección de estrategias de enseñanza que se alejen del modelo basado en la mera transmisión de conocimientos. Se deberían plantear aprendizajes activos que pongan en conflicto sus ideas, que despierten su interés relacionando los temas con situaciones reales, que permitan su implicación y evite caer en simplificaciones que les pueden inducir a errores en la interpretación de situaciones complejas.

Tampoco podemos olvidar que los libros de texto juegan un papel importante en la enseñanza-aprendizaje de estos contenidos, al menos eso dicen de forma unánime los profesores de ciencias (Clement, 2008). La predominancia del libro como recurso puede estar relacionada con la idea de facilitarle la tarea al profesor, aunque se aprecia que existe una diferencia entre el currículo oficial propuesto por la administración y los contenidos de diferentes libros. Lo más adecuado sería diferenciar entre aprender el libro y aprender usando el libro (Perales Palacios, 2006).

En cuanto a la eficacia de los libros de texto en los procesos de instrucción, los expertos piensan que necesitarían profundizar más en la comprensión de los conceptos que en aportar un listado de hechos/datos. Se necesitan libros que incorporen un amplio repertorio de contenidos específicos que promuevan la comprensión entre estudiantes con distintas experiencias, intereses y destrezas (Koppal & Caldwell, 2004). Sin embargo, la realidad indica que los libros de texto mantienen la misma lógica epistemológica y los criterios de elaboración de los contenidos parecidos desde hace décadas y muy similares en las editoriales mayoritarias (Martínez Bonafé, 2007).

Entre los numerosos estudios realizados sobre este tema, hemos de destacar el trabajo de King (2010) sobre los libros de texto de Ciencias de la Tierra utilizados en Inglaterra y Gales. En esta investigación se concluye la importancia de algunos errores presentes en los libros de texto y su implicación en la persistencia de algunas de las concepciones erróneas que los estudiantes poseen sobre el sistema Tierra. Señala que en el caso de las rocas, la simplificación más común se da al “describir” los procesos de formación, principalmente en la génesis de las rocas metamórficas, además de otras confusiones y simplificaciones erróneas al tratar de diferenciar las rocas de los minerales.

Todo esto confirma la relevancia de los libros de texto utilizados en la docencia y hace muy necesario la realización de estudios centrados en su análisis que doten a los

profesores de herramientas que les permitan seleccionar los textos en base a unos criterios didácticos y evitar elegir la editorial considerando otros aspectos no tan centrados en la problemáticas de enseñanza/aprendizaje de los contenidos. También sería interesante comprobar si ha variado el enfoque de estos contenidos en las últimas décadas.

En este contexto, resulta muy interesante estudiar cómo se plantean los temas sobre “Minerales y Rocas” en distintos textos de 1º de ESO. Mediante este análisis, hemos obtenido información sobre los contenidos, su estructura, la distribución y función de las ilustraciones y su relación con el texto, la importancia de las actividades, sus objetivos, su relevancia competencial y el papel asignado a los alumnos al realizarlas.

METODOLOGÍA

Se han seleccionado seis ejemplares de 1º de la ESO de reciente edición de seis editoriales que son habitualmente utilizadas en los centros de Educación Secundaria. Nos hemos centrado en el tema correspondiente a las “Rocas y minerales” aunque en los distintos textos tuvieran diferentes denominaciones y se abordaran estos contenidos de forma más o menos directa.

Para el análisis de los contenidos se han definido unos criterios teniendo en cuenta los aportados por distintos autores (King, 2010; Jiménez Valladares, 2000; Parcerisa, 1996), en base a los cuales se han diseñado los instrumentos de recogida de información (Tabla 1).

Los criterios de análisis se han agrupado en tres categorías generales sobre la propuesta de contenidos, el papel de las ilustraciones y las características de las actividades del tema. Estos criterios generales se especifican a continuación.

- a) **Análisis de la propuesta de contenidos:** Por una parte, hemos tenido en cuenta los criterios aportados desde la disciplina, en cuanto a su lógica interna, desde una perspectiva actual sobre las relaciones entre conceptos, su jerarquización y el enfoque de los contenidos (Jaén, 1999).
Al mismo tiempo, también se ha realizado un sencillo análisis didáctico de estos contenidos para tratar de identificar posibles condicionamientos del proceso de enseñanza/aprendizaje; concretamente los referidos a sus dificultades específicas de aprendizaje, su relación con las ideas previas de los estudiantes e implicaciones para la enseñanza.
- b) **Papel de las ilustraciones:** Se ha analizado desde la perspectiva de que se trata de un elemento básico para la enseñanza y que puede desempeñar diversas funciones que van desde ayudar a la comprensión de algunos procesos complejos hasta ser elementos meramente decorativos que hacen atractivos los libros de texto.
- c) **Características y objetivos de las actividades:** En esta categoría hemos diferenciado las actividades que se reducen al planteamiento de meras preguntas del resto. En las cuestiones nos hemos centrado, sobre todo, en el tipo de respuesta que requieren, ya que esto nos lleva a considerar el tipo de estrategias que ha de realizar el alumno para resolverlas. En las actividades se han diferenciado los tipos, los objetivos de enseñanza/aprendizaje, las tareas que han de realizar, la riqueza competencial de las actividades y el nivel de motivación que consideran que podría tener el alumno, en definitiva, se ha tratado de caracterizar las actividades presentes en los distintos temas para poder establecer semejanzas y diferencias.

CONTENIDOS Y ESTRUCTURA		ILUSTRACIONES		CARACTERÍSTICAS ACTIVIDADES				
CONTENIDOS MINERALES	Descripción	FUNCION	Decorativa	TIPO DE ACTIVIDADES	ACTIVIDADES		CUESTIONES	
	Clasificación		Descriptiva		Cuestiones complejas	TIPO DE CUESTIONES	Número	
	Propiedades	Explicativa	Ejercicios problemas				Abiertas	
	Usos	GRADO DE ICONICIDAD	Fotografías		Experiencias sencillas	Cerradas		
CONTENIDOS ROCAS	Yacimientos	RELACION CON EL TEXTO	Dibujo figurativo	PAPEL DEL ALUMNO	Investigación	LOCALIZACION EN EL TEMA	Previa explicación	
	Descripción		Dibujo esquemático		Otras		Inicio	
	Clasificación	Connotativa	Planificación y diseño		Intercaladas			
	Propiedades	Denotativa	Tareas		Final			
ORGANIZACION Y ESTRUCTURA	Usos	INDICE DE REDUNDANCIA	Sinóptica	COMPETENCIAS	Análisis e interpretación	TIPOS DE RESPUESTA	Definición	
	Otros		$< 1 / = 1 / > 1$		Aplicación		Relación	
	Resumen al inicio	OCUPACION SUPERFICIE TOTAL	Contextualización		Explicación			
ERRORES	Secuencia contenidos	PIE DE FOTO EXPLICATIVO			OBJETIVOS	Permite comprender	LOCALIZACION RESPUESTA	Aplicación
	Ideas erróneas			Trabajo en grupo		Incluida en el texto		
	Inducen a error		Autoregulación y autonomía	Búsqueda autónoma del alumno				
	Expresiones confusas		Transferencia y actuación					
	Simplificaciones		Ampliación/Revisión					
Contradicciones		Aplicación						
		Comprensión teoría						
		Conocimientos hechos						
		Aprendizajes de técnicas						
		Investigaciones						
		Análisis de situaciones						
		Desarrollo de actitudes						
		UBICACION EN LA UNIDAD						
		Inicio						
		Intercaladas						
		Final						
		MOTIVACION DEL ALUMNO						

Tabla 1. Criterios de análisis

RESULTADOS

Desde un punto de vista general, podemos decir que se observan escasas diferencias en los libros de las diferentes editoriales. Aunque el lenguaje es adecuado, la estructura absolutamente disciplinar de los textos podría reducir la motivación del alumnado y hacer las explicaciones monótonas y alejadas de la realidad cotidiana.

Esto es porque los textos son muy tradicionales en el desarrollo de estos contenidos y han variado poco en las últimas décadas, o quizás más, pues se limitan a plantear conceptos teóricos sobre las rocas y los minerales. Se aprecia de forma clara que los apartados de los distintos temas son similares, esto es, se comienza con las descripciones de roca y mineral, después se pasa a las propiedades o la clasificación, en el caso de las rocas, y al final del correspondiente tema se descubre algunos de los usos.

De forma general, los contenidos no tienen en cuenta lo que piensan los estudiantes sobre las rocas y minerales, ni se establece una secuenciación razonable desde el punto de vista de la dificultad de los contenidos ni de la lógica interna de la disciplina. El estudio de las propiedades en relación al origen de las rocas es coherente con el trabajo de los científicos y además permitirá al alumno aprender desde lo concreto a lo abstracto, que en este caso serán los procesos de formación de las rocas y su clasificación.

También se han detectado algunos errores o simplificaciones científicamente inadmisibles, que confirman algunas de las ideas señaladas anteriormente, como por ejemplo:

- “Las elevadas temperaturas pueden producir la fusión de las rocas, originando rocas magmáticas y actividad volcánica”
- “El peso de las capas de sedimentos, los transforma en rocas sedimentarias”

· *“Los minerales son componentes de las rocas, en cuyo interior se encuentran dispersos”*

Además, estos contenidos se estudian de forma aislada de otros contenidos interdisciplinarios, lo que aleja la posibilidad de incluir algunas de las importantes relaciones que existen entre ellos, como su relación con nuestra vida diaria a través de múltiples objetos y fenómenos en los que están presentes minerales y rocas.

Resulta paradójico, que pese a la importancia que tienen las rocas y minerales como recursos naturales y el interés que podrían suscitar las problemáticas actuales derivadas de su explotación y agotamiento, estas cuestiones se vean relegadas al final de los temas, expuestas a que se aborden de una forma rápida y superficial. También se han detectado referencias a usos bastante superados actualmente, como la caliza como piedra ornamental, frente a los nuevos materiales tecnológicos presentes en la vida cotidiana de todos los alumnos de Secundaria.

Sobre las ilustraciones, gran parte de ellas son fotografías de muestras de mano pertenecientes a colecciones de rocas y minerales, muy alejadas de donde se encontraron. Este tipo de presentaciones descontextualiza los afloramientos de rocas, cuyo estudio nos ayuda a estudiar los procesos que han intervenido durante su formación, en lugares concretos. En el caso de los minerales es frecuente la presentación de gemas o piedras preciosas para representar un mineral, el más frecuente es el diamante pulido en talla brillante, lo que podría inducir al alumno a pensar que los minerales también se presentan de esa forma en la naturaleza.

Por otra parte, en algunas de las ilustraciones se muestran representaciones figurativas algo anticuadas y bastante simplificadas que recuerdan a las de algunos textos de mitad del Siglo XX pero en color, como la representación del interior terrestre mediante esferas concéntricas.

Mención aparte merece el diagrama explicativo del ciclo de las rocas, que a pesar de su extendida utilización en todos los textos, evidencia la escasa funcionalidad para el aprendizaje de este esquema. Transmite una imagen estática que puede reforzar en los estudiantes la idea de un circuito de transformaciones entre distintas rocas, muy alejado del dinamismo real del interior de la Tierra, pero que a los estudiantes les resulta muy sencillo y repiten de forma automática al preguntarles sobre ello.

Finalmente, las ilustraciones sobre actividades humanas se presentan, en su mayoría, en el apartado dedicado a los usos y utilidades. Presentando personas que realizan trabajos de escultura sobre piedra, minería y en el caso de los minerales, en su gran mayoría como joyeros. No es frecuente la alusión al uso de los minerales en las nuevas tecnologías, incluso el carbón y el petróleo no se presentan en el apartado de las rocas sedimentarias, lo cual podría ayudar a reforzar las ideas de los estudiantes al considerarlas como recursos naturales, y así no las incluyen en las rocas.

De forma general, los resultados obtenidos al analizar las actividades, nos llevan a que en su mayoría son cuestiones centradas en contenidos teóricos, que se responden al leer el contenido del tema.

En cuanto al resto de actividades, la mayoría son investigaciones o experiencias sencillas, como por ejemplo, realizar un crecimiento de cristales en un contexto guiado por el profesor, en algunos casos, incluso se detallan los resultados a los que el alumno debe llegar. De esta forma será difícil que los estudiantes desarrollen habilidades y destrezas investigativas. El papel del alumno en este tipo de actividades es poco autónomo, normalmente sigue las instrucciones del libro o del profesor.

En cuanto a la riqueza competencial de estas actividades, en general es baja, debido a que muy pocas actividades se presentan en un contexto real y cotidiano, además no ayudan a la explicitación de ideas ni permiten su evolución. Las actividades propuestas no ayudan a que el alumno se haga preguntas que le permitan conocer los fenómenos que le rodean utilizando modelos adecuados. Tampoco proponen el trabajo en grupo por lo que no podrán contribuir a generar actitudes de tipo científico y social.

Como resumen, podríamos decir que las actividades propuestas en estos libros de texto no le dan al alumno la oportunidad de analizar situaciones, identificar variables, aplicar argumentaciones y razonamientos, evaluar situaciones, ni potencian una actitud investigadora mediante el trabajo en grupo y la reflexión colectiva, etc. Todas ellas cuestiones propuestas desde la bibliografía como indispensables para conseguir una mejora en los aprendizajes de los estudiantes (Pedrinaci, 2011).

CONCLUSIONES

El enfoque fundamentalmente descriptivo y compartimentado de los contenidos sobre rocas y minerales debilita las posibilidades de aprendizaje sobre el importante papel que tienen en la interpretación de los procesos geológicos que han sucedido en el planeta desde su formación, y superar sus concepciones “*fijistas*” sobre la Tierra por otras más condicionadas por el dinamismo terrestre. Realmente puede confirmar algunas de sus ideas e incluso generar otras de origen analógico, como puede ser la confusión entre roca y mineral (Jaén, 1999).

Tampoco se cumplen las recomendaciones de los expertos científicos (Mayer *et al.*, 1992) que proponen un enfoque sistémico del estudio de los procesos terrestres que además incluya a los seres humanos.

Si queremos acercar e interesar a los alumnos por las rocas y minerales deberíamos contextualizar su estudio en situaciones cercanas, para que logren transferir estos aprendizajes más fácilmente. Si conseguimos que el alumno se interese porque considera cercanos estos contenidos, podremos plantear otros procesos más complejos que le permitan explicar cuestiones de su entorno.

Las ilustraciones deberían tener un papel más relevante en el aprendizaje de estos contenidos, pasando de un papel meramente decorativo a ser complementarias al texto, introduciendo esquemas e imágenes que ayuden a visualizar los modelos teóricos complejos que explican la formación de rocas y minerales en el contexto de una dinámica terrestre global y real.

En cuanto a las actividades, no deberían ser meras comprobaciones de algunos contenidos y adquirir mayor protagonismo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Deberían servir para ayudar al alumno a comprender los procesos de formación de los materiales terrestres y sus cambios. También podrían ayudar a incrementar el interés por el trabajo científico, fomentar la reflexión, el razonamiento y la comunicación sobre lo que se hace, promover la autonomía y la iniciativa y poner en práctica conocimientos y valores muy necesarios para la vida.

Sin embargo, todos estos aspectos no se evidencian en los libros de texto estudiados, lo que nos lleva a plantear la necesidad de un cambio de enfoque radical en estos recursos educativos. Quizás esta nueva perspectiva no encaja del todo con el formato tradicional del libro de texto, y se debería valorar la potencialidad de la utilización de otros materiales que conlleven cambios en las estrategias de enseñanza.

Por último, señalar que la presencia de errores o simplificaciones que, según parece, afecta a diferentes temas y niveles educativos (King, 2010; Kesidou & Roseman, 2002) nos lleva a proponer cambios para mejorar esta circunstancia, por ejemplo un mayor control por parte de las administraciones educativas sobre los libros de texto que se autorizan para su publicación.

BIBLIOGRAFÍA

- Clement, P. (2008). Critical analysis of school science textbooks. *Science Education International*, 19, 93-96.
- Gohau, G. (1995). Traquer les obstacles épistémologiques à travers les lapsus d'élèves et d'écritains. *Aster*, 20, 21-42.
- Jaén, M. (1999). ¿Para qué sirven las rocas?. *Alambique*, 22, 21-31.
- Jaén, M. (2008). ¿Otro nuevo currículo para las ciencias de La Tierra y medioambientales?. *Alambique*, 56, 71-79.
- Jiménez Valladares, J. (2000). El análisis de los libros de texto. En P. J. (Ed.), *Didáctica de las ciencias experimentales*. Ed. Marfil. Alcoy.
- Kesidou, S. & Roseman, J. (2002). How well do middle school science programs measure up? Findings from Project 2061's curriculum review. *Journal of research in Science Teaching*, 39, 545-565.
- King, C. (2010). An analysis of misconceptions in Science Textbooks: Earth Science in England and Wales. *International Journal of Science Education*, 32, 565-601.
- Koppal, M. & Caldwell, A. (2004). Meeting the challenge of science literacy: Project 2061 efforts to improve science education. *Cell Biology Education*, 3, 28-30.
- Martínez Bonafé, J. (2007). El libro de texto, ¿un recurso para la innovación educativa? *Aula*, 165, 12-14.
- Mayer, V., Brown, S., Graham, M. & Jax, D. (1992). The Role of Planet Earth in the new Science Curriculum. *Journal of Geological Education*, 40, pp, 66-73.
- Parcerisa, A. (1996). *Materiales curriculares. Cómo elaborarlos, seleccionarlos y usarlos*. Ed. Graó. Barcelona
- Pedrinaci, E. (1987). Representaciones de los alumnos sobre los cambios geológicos. *Investigación en la Escuela*, 2, 65-74.
- Pedrinaci, E. (2001). *Los procesos geológicos internos*. Ed. Síntesis. Madrid.
- Pedrinaci, E. (2011). Ciencias de La Tierra: La revolución pendiente. *Alambique*, 67, 2-3.
- Perales Palacios, F. (2006). Uso y abuso de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 24, 13-30.

¡Que la fuerza del limón te acompañe!

Electroquímica en el aula

Márquez, J. R., Carmona, G., Moreno, A., Márquez, M. N., Villagrán, C. L.,
Lizárraga, S.

Facultad de Ciencias Químicas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México.

jose.marquez@correo.buap.mx

RESUMEN

Se realizó un “concurso de pilas” como estrategia didáctica de introducción al tema de Electroquímica en un grupo de nuevo ingreso compuesto por 24 alumnos de la asignatura de Química General a nivel licenciatura en una carrera de ciencias. El objetivo fue promover el aprendizaje de conceptos en electroquímica así como desarrollar habilidades utilizando una actividad motivadora. Primero los estudiantes realizan investigación por su cuenta en libros, revistas o Internet. Después, construyen una pila en el laboratorio utilizando materiales de uso cotidiano que ellos mismos consiguen. Por último, en el aula y con ayuda del profesor, los alumnos interpretan sus observaciones y explican su experimento en función de los conceptos teóricos y los modelos científicos actuales.

Palabras clave

Electroquímica, Educación en ciencias, Experimentos de Química.

INTRODUCCIÓN

La electroquímica y los procesos de óxido-reducción son temas fundamentales en el estudio de la química. Algunos estudios han mostrado que los alumnos tienen dificultades en el aprendizaje de los conceptos necesarios para explicar los experimentos que generalmente se llevan a cabo en los laboratorios escolares. Huddle et al. (2000) señalan dos posibles razones para estas dificultades en el aprendizaje de la electroquímica: los conceptos son muy abstractos y el lenguaje empleado es totalmente nuevo para los estudiantes.

Otro problema es la dificultad para experimentar, dado que se requiere equipo especial como por ejemplo, celdas galvánicas o voltaicas. No siempre se cuenta con el material adecuado para la construcción de una pila de Daniell o de un voltámetro de Hoffmann. Más complicado es tratar de determinar la actividad relativa de los metales, ya que se trata de experimentar con una buena cantidad de reactivos, tanto de metales como de algunas de sus sales.

Aunque hay pocos estudios sobre las preconcepciones en electroquímica, podemos anotar por ejemplo que Butts y Smith (1987) encontraron que muchos alumnos de secundaria tienen dificultad para entender el funcionamiento tanto de las celdas electrolíticas y galvánicas como de los procesos de óxido-reducción involucrados.

Allsop y George (1982) reportaron que un buen número de estudiantes no utilizan adecuadamente los potenciales estándar de reducción de los metales para predecir el sentido de reacciones químicas que implican procesos redox simples y fueron incapaces de dibujar un diagrama adecuado de una celda electroquímica después de haber hecho el experimento.

Otros investigadores (Garnett, 1992; Ogude, 1994; Sanger, 1997) detectaron algunos errores conceptuales en electroquímica. Entre los errores más comunes está la idea de que los electrones “fluyen” a través del puente salino en la pila de Daniell para “cerrar” el circuito y que los aniones y cationes en el puente salino y en la solución, transfieren electrones del cátodo al ánodo. En la Fig. 1 se muestra la pila de Daniell.

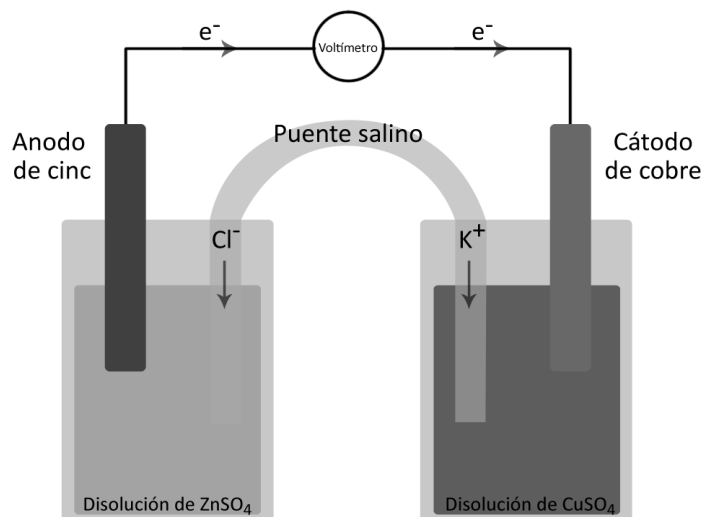


Fig 1. Pila de Daniell.

Adicionalmente, se ha señalado que los estudiantes no tienen una idea clara sobre la función del puente salino (Huddle, 2000).

La electroquímica se considera como uno de los temas más difíciles en química, tanto para los estudiantes como para los profesores.

Objetivo

El objetivo de este trabajo es promover el aprendizaje de conceptos en electroquímica y desarrollar habilidades utilizando una actividad motivadora. Se trata de un “concurso de pilas” realizado para que los estudiantes investigaran, seleccionaran información relevante, consiguieran los materiales y construyeran una pila con materiales de uso común. Finalmente, para que determinaran comparativamente la reactividad de los electrodos utilizados, interpretaran sus observaciones y explicaran su experimento en función de los conceptos teóricos y los modelos científicos actuales.

DESARROLLO

El trabajo se efectuó con un grupo de nuevo ingreso de 24 alumnos de la asignatura de Química General a nivel de licenciatura en una carrera de ciencias. El grupo se dividió en 8 equipos de trabajo con 3 alumnos cada uno.

Con 2 semanas de anticipación se les dijo a los alumnos que se efectuaría un concurso de pilas en el laboratorio. Se declararía como ganadora a la pila que registrara el mayor voltaje.

Antes de la sesión de laboratorio:

En el aula el profesor les dijo a los alumnos que previo a la sesión, deberían:

1. Efectuar una investigación en libros o Internet sobre la manera de hacer una pila.
2. Conseguir los materiales para construir la pila en el laboratorio.

Durante la sesión de laboratorio:

Ya organizados por equipos de 3, los alumnos:

1. Construyeron su pila utilizando los materiales que ellos mismos llevaron. Los electrodos metálicos los insertaron en diversos medios. Varios equipos usaron limones, otros utilizaron soluciones ácidas o salinas. Un equipo construyó su pila alternando monedas de diferentes metales separadas por papel mojado en agua salada. En la Fig. 2 se muestra una de las pila construidas por los alumnos.



Fig 2. Pila armada por el equipo No. 1.

2. Determinaron el voltaje producido utilizando un multímetro. Algunos hicieron funcionar un “led” o algún zumbador.
3. Anotaron en el pizarrón: el nombre de su pila, los electrodos utilizados y el voltaje total producido.
4. Revisaron las pilas construidas por los otros equipos.

Algunos equipos conectaron varias pilas entre sí. En la Tabla 1 se muestran los datos de cada una de las pilas:

Equipo	Pila	Electrodos	Electrolito Utilizado	Voltaje Registrado	No. de pilas conectadas (batería)
1	“El milagro”	Cu y Al	Limón	1.83	1
2	“Por el poder del limón”	Cu y Sn	Limones	5.29	9
3	“Beautus”	Zn y Pb	Vinagre	1.24	2
4	“Pichour”	Cu y Fe	Papel en agua salada	3.45	5
5	“Fresk-Volts”	Cu y Sn	Agua salada	0.50	1
6	“Lemon touch Light”	Cu y Ni	Limones	3.02	5
7	“Burbuja”	Cu y Fe	Solución de ácido muriático	1.06	2
8	“Oldi-E”	Sn y Al	Papa (patata)	2.1	2

Tabla 1. Datos de las pilas armadas por cada uno de los equipos.

Enseguida el profesor abrió la discusión preguntando:

1. ¿Qué factores intervienen para que una pila tenga mayor voltaje que otra? ¿Qué equipo debe declararse como ganador?
2. ¿Tienen que ver los electrodos que se utilizan?
3. ¿Influye el medio en el que se insertan los electrodos?
4. Si se trata de un cambio químico, ¿cómo se escribe la ecuación correspondiente?

Como respuesta a las preguntas, los estudiantes externan algunas ideas, entre ellas:

1. Hacen la observación de que los equipos que registraron un mayor voltaje repitieron varias veces una unidad (por ejemplo unieron varios limones con sus electrodos y los conectaron entre sí). A pregunta expresa del profesor los alumnos dijeron que habría que considerar el voltaje de una sola unidad. En el caso del limón, tomar en cuenta solamente uno. Propusieron que se corrigieran los valores dividiendo el voltaje registrado entre el número de unidades que se repitieron. Hechas las correcciones, declararon ganadora a la pila “El milagro”, al equipo le dio gusto, porque tuvieron dificultades para hacerla funcionar.
2. Los electrodos sí tienen que ver. Aunque no supieron explicar por qué.
3. El medio sí tiene que ver. Algunos dicen que es mejor usar limón porque es “más fuerte”.
4. Unos alumnos piensan que se trata de un cambio físico otros dicen que es químico, pero nadie pudo proponer una ecuación química y menos se mencionaron procesos de oxidación o reducción.

Después de la sesión de laboratorio:

Ya en salón de clase, el profesor propone que dado que la mayoría de las pilas tienen un electrodo de cobre, se tome éste como referencia para construir una tabla de actividad de los electrodos tomando como base los voltajes obtenidos.

Los alumnos los ordenan de menor a mayor quedando como sigue:

Electrodos	Voltaje Total (VT)	No. de pilas en batería (Bat)	Voltaje de una Pila (VT/Bat)
Cu y Sn	5.29	12	0.44
Cu y Sn	0.45	1	0.45
Cu y Ni	3.02	6	0.5
Cu y Fe	3.45	5	0.69
Cu y Fe	1.46	2	0.73
Cu y Al	1.83	1	1.83

Tabla 2. Pilas armadas por cada uno de los equipos.

No se incluyeron en la tabla los voltajes de las 2 pilas cuyos electrodos no eran de cobre.

El profesor en este momento presentó los elementos conceptuales necesarios para entender el funcionamiento de las pilas, como son: la Tabla de Potenciales de Reducción, los procesos de oxidación y reducción de los metales, la escritura de semiecuaciones, etc.

Se discuten nuevamente las preguntas de inicio planteadas por el profesor, escuchándose en esta ocasión mucho mejores respuestas de los alumnos:

1. Se entiende la diferencia entre una pila y una batería. El voltaje de la pila depende de la diferencia del potencial de reducción entre los electrodos.
2. Los electrodos son los que determinan el voltaje de la pila. El voltaje máximo se puede calcular a partir de la Tabla de Potenciales de Reducción.
3. El medio debe ser un electrolito, pero éste no determina el voltaje de la pila.
4. Se trata de un cambio químico en donde el electrodo con mayor valor de Potencial de Reducción (el que está más arriba en la Tabla de Potenciales) se reduce (gana electrones) y el que tiene menor valor se oxida (pierde electrones).

CONCLUSIONES

La realización del “concurso de pilas” resultó una actividad muy atrayente para los alumnos, que se ven involucrados en la investigación previa y manifiestan un claro interés por hacer funcionar de manera adecuada sus pilas para registrar el mayor voltaje posible.

A partir de sus propios experimentos los alumnos establecen un orden de reactividad de los metales y lo relacionan apropiadamente con la Tabla de Potenciales de Reducción, con los procesos de óxido reducción y con la escritura de semiecuaciones que presenta el profesor.

La idea que externan muchos alumnos de que el medio es tanto o más importante que la naturaleza de los electrodos que se utilizan, es una concepción alternativa que no se

encuentra reportada en la literatura. Se investigará más ampliamente este hecho para establecerlo con más certeza.

Con las actividades efectuadas los alumnos seleccionan información en forma lógica, crítica y creativa. Analizan, comparan y hacen inferencias. Además, se logra un buen clima de trabajo porque interactúan satisfactoriamente con sus compañeros para conseguir un objetivo común.

La simplicidad del experimento y su realización con objetos familiares, es de utilidad para que el estudiante relacione el conocimiento científico con su vida cotidiana y valore la aplicación de las teorías y los modelos en la explicación del mundo en que vivimos.

BIBLIOGRAFÍA

Allsop, R. T.; George, N. H. (1982). Redox in nuffield advanced chemistry. *Education in Chemistry*, 19, 57-59.

Butts, B., & Smith, R. (1987). What do students perceive as difficult in H.S.C. chemistry? *Australian Science Teachers' Journal*, 32(4), 45-51.

Garnett, P. J.; Treagust, D. F. (1992). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: Electric circuits and oxidation-reduction equations. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (2), 121-142.

Huddle, P. A.; White, M. D.; Rogers, F. (2000). Using a Teaching Model to Correct Known Misconceptions in Electrochemistry. *Journal of Chemical Education*. 77, 104-110.

Ogude, A. N.; Bradley, J. D. (1994). Ionic conduction and electrical neutrality in operating electrochemical cells: Pre-College and College Student Interpretations. *Journal of Chemical Education*, 71 (1), 29-34.

Sanger, M. J.; Greenbowe, T. J. (1997). Common student misconceptions in electrochemistry: Galvanic, electrolytic, and concentration cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 377-398.

Concepciones epistemológicas y didácticas de profesores de física y su relación con las prácticas docentes: un estudio de casos en la universidad

Palomera-Rojas, P.,¹ Martínez-Galaz, C.,¹ Carvajal-Salamanca, J. L.²

1Magíster en Didáctica de las Ciencias Experimentales. 2Instituto de Biología.

Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

ppalomerarojas@gmail.com

RESUMEN

Esta investigación indaga en las concepciones epistemológicas y didácticas de profesores universitarios de física, y también en sus prácticas de enseñanza con el objetivo de comprender como se configuran las concepciones y prácticas, de acuerdo a sus años de experiencia profesional. El enfoque de investigación es cualitativo, en donde por medio del estudio de casos compuesto por tres profesores universitarios chilenos que enseñan en universidades públicas, se recogen evidencias de sus concepciones y prácticas de enseñanza en la sala de clases. Las principales técnicas de recogida de datos utilizadas fueron la observación de clases, entrevistas en profundidad a los participantes, entrevistas a los estudiantes y el análisis documental. Los principales hallazgos de la investigación evidenciaron que las concepciones epistemológicas de los profesores acerca de la ciencia está basada en evidencias comprobables y empíricas, en cuanto a las concepciones didácticas, promueven el uso de la matemática por sobre las evidencias empíricas.

Palabras clave

Concepciones epistemológicas, Concepciones didácticas, Prácticas docentes, Visión de ciencia

INTRODUCCIÓN

Presentación

En el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes interfieren un sin número de variables, como el contexto sociocultural, familiar, emocional, motivacional, tecnológico, entre otras; aunque sabemos que son los profesores quienes toman un rol protagónico en este proceso, debido influencia que ejercen en los estudiantes, producto de las concepciones y visiones que se tienen acerca de cómo se debe aprender y enseñar la ciencia (Mellado, 1996).

Como docentes declaramos tener ciertas concepciones acerca de la ciencia o de cómo se enseña o se aprende ciencias, aunque muchas veces estas no se ven reflejadas en nuestra práctica docente (Campanario, 2002). Para Mellado (1996), esta problemática radica en la falta de reflexión por parte del docente sobre sus propias prácticas.

Es por esto que es de importancia investigar las concepciones epistemológicas y didácticas de los profesores de física, indagando en cómo estas concepciones se relacionan con su práctica de enseñanza en la universidad, con el objetivo de ver si se

relacionan en la práctica, como un conocimiento inherente al desarrollo profesional docente (Campanario, 2002; Mellado, 1996; Sánchez, 2005)

Preguntas de investigación

1. ¿Cuáles son las concepciones epistemológicas y didácticas de profesores de Física que cuentan con diferentes años de experiencia profesional?
2. ¿Cómo son las prácticas de profesores de Física que cuentan con diferentes años de experiencia profesional?
3. ¿Existe alguna relación entre las concepciones epistemológicas y didácticas de los profesores de Física y sus prácticas docentes? Y si esta relación existe ¿de qué manera se relacionarían?

Objetivos

Objetivo general

Comprender como se configuran las concepciones epistemológicas y didácticas de profesores de física con diferentes años de experiencia profesional y su posible relación con las prácticas docentes

Objetivos específicos

1. Conocer las concepciones epistemológicas y didácticas de profesores de Física con diferentes años de experiencia profesional
2. Conocer las prácticas de profesores de Física con diferentes años de experiencia profesional
3. Identificar si existe una relación entre las concepciones y prácticas de profesores de estos profesores

ANTECEDENTES TEORICOS

Concepciones epistemológicas acerca de la ciencia

Las concepciones que los profesores y en general los seres humanos construimos son para explicarnos el entorno que nos rodea, tanto como para interpretar distintas situaciones, así como para formular nuevas concepciones acerca de otros fenómenos (Sánchez, 2005).

Desde una mirada constructivista las concepciones son herramientas y barreras al mismo tiempo, ya que nos permiten interpretar la realidad, pero nos impiden actuar de manera diferente. Aunque estas concepciones pueden ir progresando a partir de la interacción con otras ideas y experiencias. (Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1997)

A partir de una visión metodológica de las concepciones de los profesores, pueden considerarse como un sistema de ideas en evolución, es decir que van desde lo simple a lo complejo, obedeciendo a una lógica inductiva (Porlán et al., 1997). De esta manera podemos decir que las concepciones carecen de subjetividad, ya que se sustentan en explicaciones lógicas para vincular los distintos conocimientos, respondiendo así a nuevas inquietudes (Martínez y González, 2014)

La importancia de las concepciones que los docentes tienen acerca de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia, es que a partir de la reflexión acerca de ellas pueden producir prácticas más adecuadas (Mellado, 1996). “La caracterización de un modelo didáctico supone la selección y estudio de los principales aspectos asociados al pensamiento del docente y a la práctica educativa” (Fernández y Elortegui, 1996, p333.).

Las visiones de ciencia han ido cambiando a lo largo de la historia en base a la comprensión de la naturaleza misma de ésta, tratando de identificar sus características propias y específicas. Es preciso dar una mirada desde la historia y la filosofía a las concepciones epistemológicas acerca de la ciencia, de la construcción del conocimiento científico, con la finalidad de una mejor comprensión de su naturaleza (Vásquez, Acevedo, Manassero, y Acevedo, 2001).

Prácticas docentes

Para comprender si existe una relación entre las concepciones epistemológicas y didácticas de profesores de ciencia y sus prácticas docentes, es necesario tener una claridad de cómo se configuran dichas prácticas, es decir cuáles son las acciones que realizan los docentes en el aula, es por esto que en este espacio se hará una revisión de los modelos tradicionales y constructivistas, enfatizando en cómo se construyen y se toman decisiones a partir de los perfiles de estudiantes que queremos formar. Se debe considerar que el conocimiento de los estudiantes y del aprendizaje es esencial, ya que influye en la manera en que enseñamos, se debe recordar que estamos enseñando a estudiantes y no un contenido (Eggen y Kauchak, 2009).

Modelos tradicionales

Durante la primera mitad del siglo XX, se encuentra una mirada tradicional de los modelos de educación, donde se considera que el aprendizaje atendía a conductas específicas y observables, así como a los factores que influían en esas conductas, esto es lo que origina el nombrado “conductismo”. De acuerdo con el conductismo, “el aprendizaje es un cambio en la conducta observable que sucede como resultado de la experiencia”(Eggen y Kauchak, 2009).

Las acciones que rigen este modelo están determinadas por medio del refuerzo y el castigo, ya que esas son las acciones que corresponden a la experiencia que modificará la conducta. El objetivo de estas acciones es aumentar el número de respuestas correctas, logrando así un aprendizaje (Eggen y Kauchak, 2009).

Modelos contemporáneos

En contraste a los modelos tradicionales, conductistas, los modelos de aprendizaje han ido cambiando hacia teorías de aprendizajes cognitivo, por descubrimiento, constructivistas, entre otros, desde lo cognitivo se asume que el aprendizaje se da a partir de cambios en las estructuras y procesos mentales, los que pueden o no dar como resultado un cambio inmediato en la conducta (Eggen y Kauchak, 2009). Por otra parte desde el descubrimiento, una mirada constructivista, se pone énfasis en las acciones de los estudiantes, en el aprendizaje y la aplicación de procesos científicos, descartando la memorización y elementos rutinarios, dentro de las acciones realizadas en estos modelos se destacan la participación en las actividad practicas (experimentales), basando la enseñanza en el uso de problemas (Campanario y Moya, 1999).

Si bien es cierto que existen distintas teorías o modelos, diversos autores afirman que lo que prevalece en los modelos contemporáneos es que pone énfasis en los estudiantes como principales actores y su aprendizaje(Campanario y Moya, 1999; Cofré, 2012; Couso, Izquiero, y Merino, 2008; Eggen y Kauchak, 2009). Dentro de la enseñanza de las ciencias en general y de la Física particularmente, se destacan acciones realizadas en las practicas docentes para el logro del aprendizaje tales como, la resolución de problemas, la indagación científica, el pensamiento crítico, trabajos prácticos, la argumentación científica, historia y naturaleza de las ciencia, modelos matemáticos y la abstracción.

Desarrollo profesional docente

Formación inicial y continua

La filosofía de las ciencias es un tema que es poco tratado en la formación inicial de profesores de ciencias y que debiese abordarse, ya que favorecería la reflexión y la clarificación de sus propias concepciones epistemológicas, lo que ayudaría en sus futuras prácticas docentes, donde podrían tomar decisiones didácticas acorde a sus visiones de ciencia y de la enseñanza de ésta (Mellado, 1996).

Por otra parte Zelaya y Campanario (2001), en un estudio realizado sobre profesores de Física, afirman que “la falta de conocimientos científicos y la falta de cuestionamiento al pensamiento docente de sentido común se convierten en los ejes fundamentales (obstáculos a superar) a la hora de proponerse cualquier tarea que tenga como objetivo contribuir a la formación permanente del profesorado” (p.17).

La formación continua del profesorado es muy compleja, ya que no siempre el perfeccionamiento se traduce en una mejora en la calidad de la enseñanza. Esta formación se desarrolla en torno a dos grandes tipologías principalmente, la realización de cursos sobre temas específicos, aunque los temas tratados son muy relevantes, no se logra una verdadera transformación de la práctica debido a que los cursos no son contextualizados de acuerdo a la realidad de cada profesor asistente.

Relación entre la formación y las prácticas docentes

En su formación inicial los docentes ya poseen concepciones acerca de la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, esto debido a los años que han pasado como estudiantes (Mellado, 1996). Es por esto que podemos decir que las acciones realizadas por los docentes en su práctica profesional, se han ido construyendo a lo largo de su vida académica, tanto en los años de escolaridad como de su formación universitaria y son reconstruidas constantemente a través de sus experiencias (Martínez y González, 2014).

La importancia de abordar las concepciones epistemológicas y didácticas es que permitiría la reflexión por parte de los profesores en ejercicio sobre esta dimensión, ayudándonos a tomar consciencia sobre nuestro quehacer como educadores y así mejorar las prácticas docentes (Adúriz-Bravo y Izquierdo Aymerich, 2006; Mellado, 1996), estableciendo una coherencia entre lo que declaramos sobre la enseñanza de la ciencia y lo que realizamos en nuestro quehacer profesional.

Es decir que el abordar las concepciones epistemológicas y didácticas, puede producir una visión crítica sobre ciencia y sociedad, generando una influencia directa o indirecta en las secuencias didácticas utilizadas por el profesor, además de abrir nuevas formas de ver las limitaciones ayudándonos a abordar de distintas dimensiones la enseñanza de las ciencias, a partir de antecedentes históricos, creación o revisión de textos científicos, etc.(Adúriz-Bravo y Izquierdo Aymerich, 2006).

METODOLOGÍA

Esta investigación adoptó un enfoque cualitativo, en donde el tipo de estudio corresponde a un estudio de casos (Stake, 1998). Trabajamos con tres casos, todos profesores de física de Universidades públicas chilenas, de las áreas de Astronomía, Física de materiales y Enseñanza de la Física.

Obtuvimos la información mediante diversas técnicas de recogida de datos, utilizando principalmente la observación de clases. También realizamos entrevistas en profundidad

a los profesores y a sus estudiantes. En total, observamos 60 horas de clases, realizamos 3 entrevistas en profundidad a profesores y 50 entrevistas a estudiantes.

Analizamos la información identificando distintos códigos, creando categorías de análisis. Para esto, utilizamos el análisis basado en la comparación constante propuesta por Glaser y Strauss (1967). Hemos identificado más de 50 códigos de análisis y nos encontramos en proceso de elaboración de meta categorías.

RESULTADOS

Hemos obtenido una matriz con categorías, identificando 8 núcleos temáticos o meta categorías.

Núcleos temáticos o meta categorías	Definición
Concepciones epistemológicas	Conjunto de visiones y percepciones acerca de la construcción del conocimiento científico y de la ciencia. Estas concepciones se relacionan con su formación profesional y científica
Concepciones didácticas	Conjunto de visiones y percepciones del profesorado acerca de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, particularmente de la física y de la construcción del conocimiento científico.
Acciones para la enseñanza	Conjunto de acciones que realizan los docentes en sus clases, como parte del proceso de enseñanza – aprendizaje de las ciencias y de interacción constante con sus estudiantes
Recursos de clases	Materiales utilizados por los docentes para apoyar el proceso de enseñanza y facilitar el aprendizaje de sus estudiantes
Estructuración de la asignatura y la clase	Incluye todos los elementos que ayudan al profesorado a organizar su enseñanza como parte de su práctica docente.
Reflexión	Vision de los profesores acerca de su propia practica, la que puede ser intencionada o circunstancial. Argumentos y explicaciones que usan los docentes para fundamentar su práctica docente.
Apropiación del escenario	Conjunto de acciones que realizan los docentes para generar un ambiente propicio para el proceso de enseñanza – aprendizaje, las que favorecen las interacciones con sus estudiantes y entre ellos.
Vínculo con el estudiante	Relaciones entre los profesores y sus estudiantes que dan cuenta de la existencia de un vinculo que puede favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje

Tabla 1. Núcleos temáticos o meta categorías. Fuente: Elaboración propia

Los núcleos temáticos forman parte de vectores cualitativos o dimensiones más generales que recogen sus características comunes.

Los vectores cualitativos o dimensiones identificadas fueron:

- **Prácticas docentes**, corresponde a la inclusión de todos los elementos y recursos que utilizan los profesores en sus clases para articular explicaciones.
- **Concepciones del profesorado**, abarca las concepciones epistemológicas y didácticas de los profesores acerca de la ciencia, de la enseñanza y la construcción del conocimiento científico
- **Desarrollo profesional**, corresponde al dominio y capacidad del docente de acuerdo a sus años de expertiz, de reflexionar acerca de su práctica, generar vínculos y apropiarse del escenario educativo.

Dimensiones	Núcleos temáticos o meta categorías
Concepciones del profesorado	Concepciones epistemológicas
	Concepciones didácticas
Prácticas docentes	Acciones para la enseñanza
	Recursos de clases
	Estructuración de la asignatura y la clase
Desarrollo profesional	Reflexión
	Apropiación del escenario para enseñar
	Vínculo con el estudiante

Tabla 2. Vectores cualitativos o dimensiones. Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos hasta el momento dan cuenta de lo siguiente:

1. En relación a sus concepciones epistemológicas: a la hora de analizar las concepciones epistemológicas de los profesores acerca de la ciencia y de la construcción del conocimiento científico, podemos dar cuenta de la importancia de la observación, la experimentación y la falsación de las ideas, la ciencia está basada en evidencias comprobables y empíricas, esto para el posterior modelamiento matemático y la construcción de nuevas leyes y teorías. Estas observaciones concuerdan con las investigaciones realizadas por Zelaya y Campanario (2003), Ravanal, Quintanilla y Labarrere, 2012, donde los profesores declaran una visión empirista de la ciencia, la que conciben como una evolución histórica, donde existe una acumulación de teorías que surgen a partir de observaciones y evidencias experimentales.

2. En relación a sus prácticas de enseñanza: los profesores privilegian el uso de la matemática, por sobre las evidencias experimentales a la hora de enseñar. Generan un vínculo con sus estudiantes, el que favorece el trabajo con ellos y entre ellos, promueven el trabajo individual y colaborativo entre pares. Además consideran la importancia del contexto histórico y social en el desarrollo de la ciencia, en la construcción de nuevas teorías, plasmándolo en sus discursos (Campanario y Moya, 1999; Cofré, 2012; Couso et al, 2008; Eggen y Kauchak, 2009). Por otra parte realizan una constante traducción de conceptos, leyes, teorías y ecuaciones matemáticas con el afán de simplificar dichos elementos para la comprensión por parte de sus estudiantes, esto en conjunto con

ejemplos cotidianos y esquematizaciones de las problemáticas propuestas. Suelen anticiparse a las respuestas de sus estudiantes, así como también a los elementos que trabajaran con ellos más adelante.

3. En relación a la percepción de los estudiantes: se puede dar cuenta de la importancia que tiene para ellos la valoración por parte del profesor, creando un clima de confianza, favoreciendo así el proceso de aprendizaje (González, C., Martínez, M.T., Martínez, C., Cuevas, C., Muñoz, L., 2009). Además les sorprende y les llama la atención el gran dominio de la disciplina el que ven reflejado en el uso de demostraciones matemáticas a la hora de enseñar. Por otra parte reconocen que las acciones realizadas en sus prácticas, como la utilización de esquemas y la ejemplificación, además de la contextualización histórica en la que se desarrollaron las diversas teorías y leyes trabajadas, permiten una mayor comprensión de la labor científica y del contenido en sí mismo.

Finalmente uno de los aspectos sobre el que debemos reflexionar, es sobre el conocimiento de las propias concepciones epistemológicas y didácticas. Las concepciones comienzan a construirse desde la enseñanza primaria hasta la formación universitaria (Zelaya y Campanario, 2009), por lo que son estables en el tiempo y resistentes al cambio, producto de las diversas experiencias personales y profesionales (Martínez y González, 2013). Aunque los docentes no sean conscientes de sus propias concepciones, estarán de manera implícita en sus decisiones, es por esto que el hecho de conocerlas e identificarlas permitiría afrontar de mejor manera la formación de futuros docentes (Zelaya y Campanario, 2009; Martínez y González, 2013). Esto nos lleva a pensar que es necesario un cambio en la formación docente inicial, ya que son ellos los encargados de las futuras generaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Adúriz-Bravo, A., y Izquierdo Aymerich, M. (2006). Innovación en la formación universitaria del profesorado de ciencias naturales en Argentina y España: Introducción del componente epistemológico. *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la ciencia y la cultura*.
- Campanario, J. (2002). Asalto al Castillo: ¿A qué esperamos para abordar en serio la formación didáctica de los profesores universitarios de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 315-325.
- Campanario, J., y Moya, A. (1999). ¿CÓMO ENSEÑAR CIENCIAS? PRINCIPALES TENDENCIAS Y PROPUESTAS. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192.
- Cofré, Hernán. (2012). La enseñanza de la naturaleza de la ciencia en Chile: del currículo a la sala de clases. *Revista chilena de Educación Científica* XI(1).
- Couso, D., Izquiero, M., y Merino, C. (2008). La resolución de problemas Áreas y estrategias de investigación en la didáctica de las ciencias experimentales (pp. 59-80).
- Eggen, P., y Kauchak, D. (2009). Modelos de enseñanza y desarrollo del maestro Estrategias docentes: Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento (pp. 13-41).
- Fernández, J., y Elortegui, N. (1996). QUÉ PIENSAN LOS PROFESORES ACERCA DE CÓMO SE DEBE ENSEÑAR. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 331-342.
- González, C., Martínez, M.T., Martínez, C., Cuevas, C., & Muñoz, L. (2009). La educación científica como apoyo a la movilidad social: desafíos en torno al rol del

- profesor secundario en la implementación de la indagación científica como enfoque pedagógico. *Estudios Pedagógicos XXXIX, 1*, 63-78.
- Martínez, C., y González, C. (2014). Concepciones del profesorado universitario acerca de la ciencia y su aprendizaje y cómo abordan la promoción de competencias científicas en la formación de futuros profesores de Biología. *Enseñanza de las Ciencias, 32*(1), 51-81.
- Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias, 14*(3), 289-302.
- Porlán, R., Rivero, A., y Martín del Pozo, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias, 15*(2), 155-171.
- Ravanal, E., Quintanilla, M., & Labarrere, A. . (2012). CONCEPCIONES EPISTEMOLÓGICAS DEL PROFESORADO DE BIOLOGÍA EN EJERCICIO SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA. *Ciencia y educación, 18*(4), 875-895.
- Sánchez, L. (2005). Concepciones de aprendizaje de profesores universitarios y profesionales no docentes: Un estudio comparativo. *Anales de psicología, 21*(2), 231-243.
- Stake, R. (1998). *Investigación con estudio de casos*
- Vásquez, A., Acevedo, J., Manassero, M.A., y Acevedo, P. (2001). Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. *Argumentos de razón técnico, 4*, 135-176.
- Zelaya, V., & Campanario, J. (2003). Concepciones de los profesores nicaragüenses de Física en el nivel de secundaria sobre la ciencia, su enseñanza y su aprendizaje. *revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado, 4*.

Concepciones sobre quiropterofauna en estudiantes de octavo grado de la Institución Educativa Tecnico Superior de Neiva (Huila-Colombia)

Rivera, S., Amórtegui, E.

Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales. Universidad Surcolombiana.

U20112105313@usco.edu.co

RESUMEN

Presentamos resultados preliminares de una investigación que tiene como objetivo diseñar y aplicar una unidad Didáctica para la enseñanza de la conservación de la quiropterofauna desarrollada al interior del Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química, Biología de la Universidad Surcolombiana (Neiva-Huila); para este caso nos referimos particularmente a las concepciones de los estudiantes sobre este grupo de organismos. Recolectamos la información por medio de cuestionarios, encuestas y observaciones de clase a un grupo de octavo grado que consistía en 38 estudiantes con edades entre 13 y 16 años esto dentro del marco de la Práctica Pedagógica realizada primer semestre del 2015. De los resultados del cuestionario al inicio del proceso formativo destacamos que sus concepciones en la gran mayoría están enriquecidas de mayor manera por el conocimiento cotidiano, pues refieren a ideas creadas en especial por el cine y la televisión, sin destacar particularidades biológicas y ecológicas de estos mamíferos definiendo a estos como seres como “vampiros”, que no pueden salir en el día, que son ciegos, que defecan por la boca y que se alimentan exclusivamente de sangre.

PALABRAS CLAVES: Quiróptero, concepciones, alimentación, conservación, mamíferos

ABSTRAC

We present preliminary results of the research design and implement a teaching unit for teaching chiropteran concept developed within the Program Bachelor of Science: Physics, Chemistry, Biology Surcolombiana University (Neiva, Huila); for this case we refer particularly to the views of students about the bats. We collect information through questionnaires, surveys and classroom observations to a group of eighth grade consisting of 38 students aged between 13 and 16 years. From the results of the questionnaire at the beginning of the learning process stress that their views on the vast majority are fed everyday knowledge as very high percentage shows ignorance of what really are the bats defining these as being the devil (Vampires) not They can go in the day, who are blind, they defecate through your mouth and feed exclusive y on blood.

Key words: Quiróptero, conceptions, feeding, conservation, mammals.

INTRODUCCIÓN

Los quirópteros son uno de los grupos más importantes y abundantes en la región neotropical, ya que representan aproximadamente el 50% de la fauna de los mamíferos. En Colombia, los quirópteros son el orden más diverso, seguido por los roedores, y con 198 especies pertenecientes a 9 familias y 67 géneros es el segundo país con mayor diversidad de especies en el mundo y primero en América. Pero a pesar de su importancia y del incremento de estudios en este grupo, aún hay muchos aspectos de su biología y diversidad regional que son desconocidos y esto dificulta la elaboración de planes para su conservación (Fenton, 1997).

Los quirópteros tienen una dieta variada que va desde insectos, polen, néctar y semillas. Los murciélagos son los principales depredadores de insectos nocturnos y en consecuencia regulan las poblaciones. Un gran número de insectos que componen el menú de los murciélagos, como polillas, escarabajos y mosquitos, son plagas de cultivos y vectores de enfermedades tanto de humanos como de animales. A su vez, este control que ejercen los murciélagos sobre los insectos disminuye la cantidad de insecticidas necesarios para su control, además de ser polinizadores y dispersores de semillas.

A pesar de los servicios ambientales que nos prestan los murciélagos, éstos tienen mala fama debido a los mitos que los envuelven y las falsas historias que rondan alrededor de ellos generan preconceptos poco favorables que no son fáciles de revertir. La cultura ha crecentado todos estos mitos como por ejemplo, que los murciélagos son ciegos, cuando en realidad tienen ojos desarrollados y buena visión. A partir del arquetípico del conde Drácula de la novela de Bram Stoker, se cree que todos se alimentan de sangre cuando sólo tres especies en todo el mundo lo hacen todos este conocimiento cotidiano eclipsa al conocimiento científico detrás de las características biológicas de los quirópteros.

Otro aspecto que dificulta la enseñanza y conservación de los quirópteros es la falta de identidad, ya que pocos conocen su región en aspectos de fauna y flora donde a pesar de existir instituciones con estos espacios y teniendo en cuenta que en la práctica pedagógica se logró evidenciar que en algunas de las instituciones educativas del Departamento del Huila existen dificultades de aprendizaje que incluyen la falta de conocimiento acerca de qué es diversidad, qué es variedad y abundancia; así como la debilidad en aspectos procedimentales como lo son la falta de habilidades y destrezas para la toma de datos (Guarnizo, Puentes & Amórtegui, 2014), se desconoce gran parte de la riqueza faunística y aun más de quiropterofauna. Aunque en Colombia se cuenta con 7 especies endémicas aun no se han encontrado registros de especies endémicas del Huila.

METODOLOGÍA

La investigación se diseñó bajo un enfoque cualitativo, dado que pretendíamos interpretar las ideas del alumnado sobre la importancia de los quirópteros no solo desde el ámbito científico si no desde las construcciones que han hecho desde su vida social, familiar, etc, y en este proceso se desarrolla una teoría coherente con los datos de acuerdo a lo que se observa. Se basa en la lógica y el proceso inductivo (explorar, describir y luego generar perspectivas teóricas) con observación detallada de expresiones verbales y no verbales; así como de conductas y/o manifestaciones y va de lo general a lo específico.

El método empleado fue el análisis de contenido desde la propuesta de Amórtegui & Correa (2012). Los datos fueron obtenidos a través de cuestionarios (validados por dos expertos en Enseñanza de la Biología) los cuales consistían en 11 preguntas abiertas y varias situaciones de la vida cotidiana en la cual los alumnos debían resolver de manera argumentada, también abordaban aspectos biológicos, ecológicos, de conservación y de

conocimiento popular sobre este grupo de mamíferos. Para la sistematización de los resultados empleamos el software Atlas. Ti 7.0 el cual nos permitió extraer unidades de información con sentido y significado para nuestro estudio, las cuales posteriormente procedíamos a organizar y sintetizar según sus similitudes y diferencias para luego ser analizadas.

La población de estudio fue un grupo de 38 estudiantes (12 mujeres y 26 hombres) de grado octavo de edades entre los 13 y 16 años, provenientes de sectores socioeconómicos entre 1 y 2, de la Institución Educativa Técnico Superior de Neiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Presentamos los hallazgos de las principales tendencias de las concepciones del estudiantado establecidas en el software, además mostramos evidencias textuales y un análisis desde el campo de la Didáctica de las Ciencias Naturales y la enseñanza de la Biología.

En primera medida establecimos 9 subcategorías frente a la Quiropteroфаuna: *Captura*, *Interés*, *Mitos*, *Comportamiento*, *Papel biológico*, *Alimentación*, *Enfermedad*, *Concepto* y *Actitud* (Ver Figura 1); debido al espacio nos centramos en algunas de ellas.

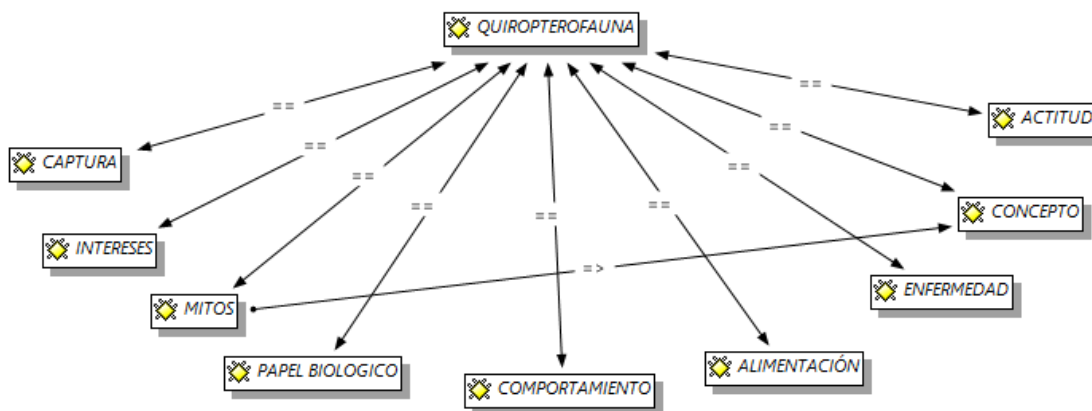


Figura 1: Concepciones iniciales sobre quiropteroфаuna

Mito

Aquí, siete estudiantes (24% de la población) se refieren a los murciélagos desde el conocimiento popular o “mitos” y allí afirman que estos son seres que provienen de los muertos como el chupa cabras o Drácula, que chupan sangre, que si muerden se convierten en un vampiro y que además pueden causar rabia (Ver Figura 2).

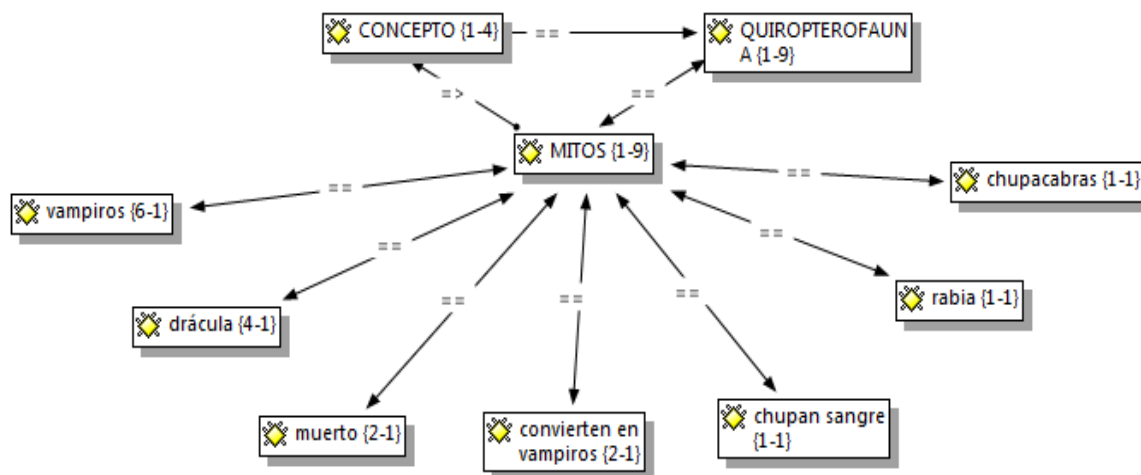


Figura 2. Concepciones sobre Quiropterofauna desde el mito

QU.9:4 [Haciendo referencia a los mitos que conoce acerca de los murciélagos] " *Que cuando los murciélagos muerden a alguien se convierte en vampiro, y que algún murciélago es Drácula*".

Es de destacar que teniendo en cuenta que según Amórtegui (2011) las concepciones se construyen como sistemas de ideas que provienen de distintas fuentes (académico, social, político, familiar, cotidiano), en este caso se resalta un marcado conocimiento cotidiano popular del estudiantado sobre el tema, el cual de acuerdo a García (1998) es poco formalizado, se aleja del conocimiento científico, pero le permite a los estudiantes actuar frente a situaciones de la vida cotidiana. Esta situación se ha podido sistematizar en varios grupos de estudiantes, por ejemplo el trabajo de Galeano & Giraldo (2012), donde algunos estudiantes de Chipatá Santander (Colombia) manifiestan que los murciélagos son "animales del demonio, que chupan sangre, que excretan por la boca, que transmiten rabia y que son animales muy malos" situación similar que ocurre con los estudiantes neivanos.

Lo anterior es fundamental en la generación de un conocimiento escolar sobre este grupo de organismos, en la medida que el aprendizaje de los estudiantes estará mediado no solo por el conocimiento científico sobre la biología de estos seres vivos, sino que será nutrido del conocimiento popular del estudiantado, particularmente desde el abordaje de la compatibilidad de García (1998), en donde plantea que desde una perspectiva constructivista de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales, el conocimiento que se construye en la escuela, en este caso sobre quiropterofauna, no obedece exclusivamente al conocimiento biológico, sino a la integración de éste con el saber popular cotidiano de los estudiantes, lo cual será potenciado desde las actividades propuestas en la unidad didáctica.

Concepto

Desde lo cotidiano

Frente a la definición conceptual del grupo, seis estudiantes (20% de la población) explicitan que los murciélagos son animalitos comunes y corrientes que pertenecen a las aves pero que son asquerosos y además tienen dedos muy largos (Ver Figura 3).

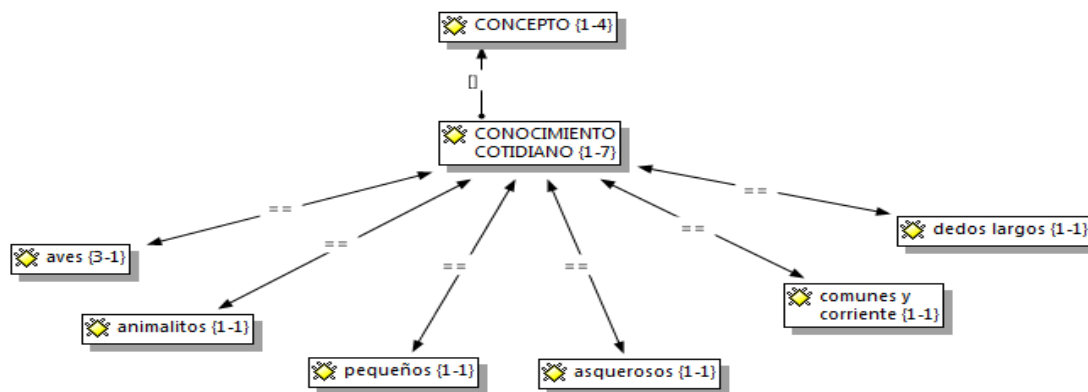


Figura 3. Concepciones sobre Quiropteroфаuna desde el conocimiento cotidiano

QU. 18:3 [Haciendo referencia a lo que saben Sobre los murciélagos] *"son aves vertebradas que salen a cazar de noche"*

Aquí habría que destacar los escasos conocimientos científicos de los estudiantes frente al grupo, su morfología, su fisiología, su ecología, su evolución entre otros, ya que identifican a los quirópteros dentro del grupo de las aves, manifestando que son *"aves nocturnas"* e identificando exclusivamente sus dedos largos, teniendo dificultad en la identificación de sus estructuras morfológicas y sus características fisiológicas propias de la clase Mammalia, ya que trabajos como los de Vargas *et al* (2014) han mostrado la gran dificultad de algunos estudiantes de la ciudad de Neiva para identificar grandes grupos taxonómicos, por ejemplo asumen que los murciélagos son aves. Por otra parte, autores como Banet (2000) afirman que una de las dificultades de aprendizaje de los estudiantes sobre la disciplina biológica, consiste en considerar que muchas de las especies mutan exclusivamente para adaptarse al medio, en este caso, los estudiantes consideran que los quirópteros son ciegos, principalmente como una consecuencia adaptativa a la ausencia de luz, además excretan por la boca como una respuesta al comportamiento de reposo y esto los lleva a desconocer en gran medida su papel ecológico afirmando ellos que son seres malos y que no tienen importancia en el mantenimiento de los ecosistemas, ideas que pueden encontrarse en Eckert (1998).

Alimentación

Esta es una de las tendencias mayoritarias, ya que 22 estudiantes (75% de la población) afirma que los murciélagos se alimentan de fruta, sangre, insectos, otros animales muy pequeños y peces (Ver Figura 4).

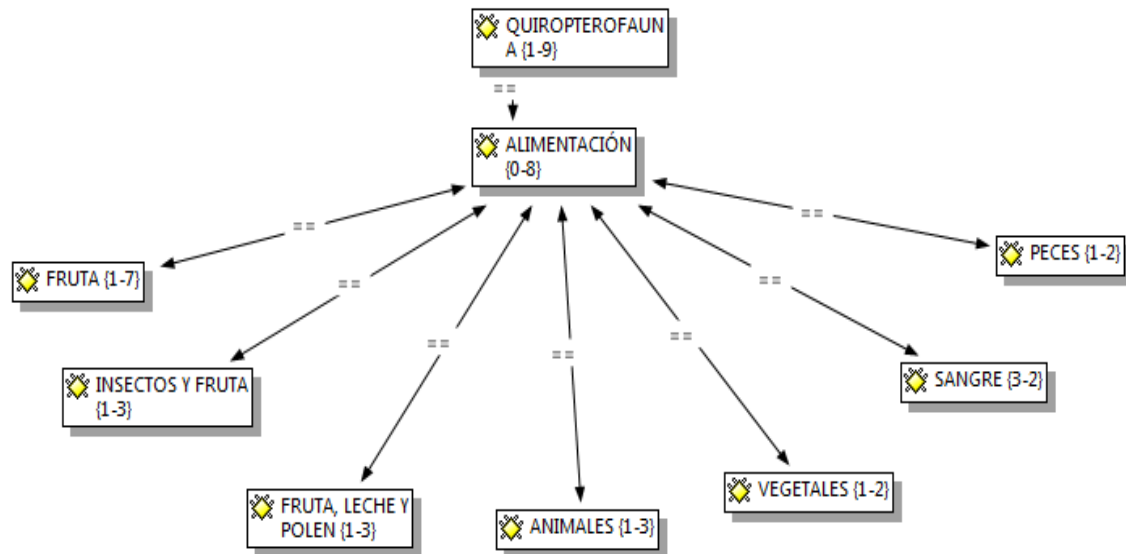


Figura 4. Concepciones sobre la alimentación de los murciélagos.

QU.6:3 [Haciendo referencia a la alimentación de los murciélagos] "se alimentan de sangre humana"

Aquí cabe resaltar que la gran mayoría de los estudiantes afirman que los murciélagos se alimentan de frutas como el "Pomorroso" y "Mango", podemos inferir esto a que dichas plantas son de una alta abundancia en la ciudad de Neiva ya que son empleados en su gran mayoría para arborizar comunas generalmente de estratos socio-económicos bajos, de donde provienen la gran mayoría de los estudiantes sujetos de nuestra investigación, y por otra parte a que en el marco de la vida cotidiana de los estudiantes, ellos suelen observar a los murciélagos descansando en estos tipos de árboles. Otro grupo muy reducido incluyen en la dieta de los quirópteros los insectos, los peces e incluso algunos afirman que son herbívoros ya que "se alimentan de hojas" y por último una minoría entiende que al ser animales mamíferos se alimentan de leche, lo que nos lleva a inferir que aunque en algunas situaciones identifiquen a los murciélagos como mamíferos no son capaces de deducir que por pertenecer a este grupo deben consumir leche en su etapa juvenil.

Cabe destacar el hecho de que a pesar que los reconozcan como vampiros, no lo hacen en términos biológicos como consumidores de sangre sino más desde la perspectiva cultural asociada a comportamiento que ha sido alimentado por la cultura cotidiana y la ficción generada por las películas.

Enfermedad

Aquí ocho estudiantes (27% de la población) infieren que si los llegara a morder un murciélago se infectarían con una bacteria que los enfermaría, deberían ir al médico y hasta podría morir (ver figura 5).

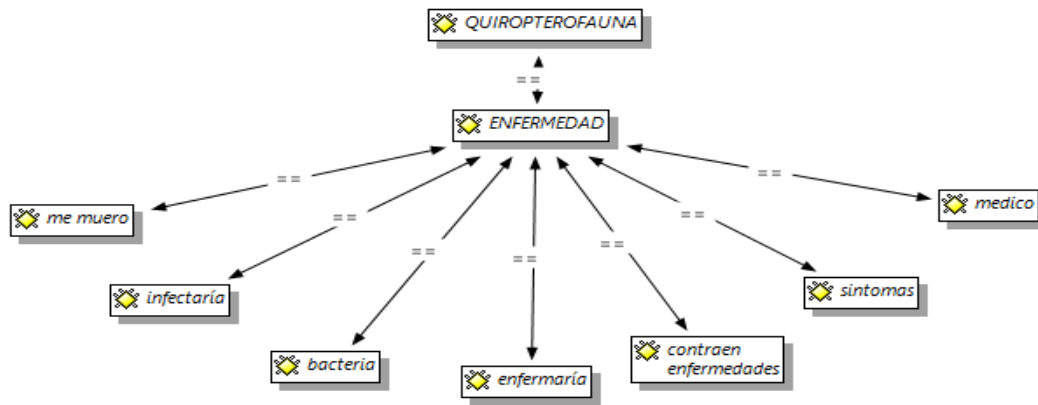


Figura 5. Concepciones de quiropterofauna desde la enfermedad que producen.

QU. 9:7 [Haciendo referencia a la que sucedería si lo muerde un murciélago]” *Pues me voy directo a urgencias porque los murciélagos tienen enfermedades e infecciones.* ”

Aquí podemos inferir que los mitos han alimentado gran parte de estas concepciones puesto que las películas han mostrado como al ser mordido por un murciélago te conviertes en vampiro y en el peor de los casos hasta mueres. Podemos observar una clara tendencia hacia que estos organismos poseen en su saliva una bacteria que podría enfermar e incluso causar la rabia y como podemos ver en autores como Fenton (1997) las poblaciones naturales de murciélagos tiene una incidencia muy baja, 0,5 a 1% de transmitir la rabia en líneas generales. Nunca va a haber muertes masivas de murciélagos por rabia, siendo mamíferos notablemente altruistas entre miembros de la misma colonia.

CONCLUSIONES

Las Concepciones de los estudiantes están muy alimentadas por el conocimiento cotidiano, y por las demás historias míticas que rodean a este grupo de organismos.

El desconocimiento de gran parte del conocimiento científico sobre este grupo faunístico genera en los estudiantes una dificultad en la identificación de grupos biológicos.

Es importante crear una unidad Didáctica para dar a conocer la importancia de grupos biológicos que la comunidad poco conoce, su epistemología, su historia, sus mitos y el trabajo de campo como importancia en la enseñanza de la ciencias naturales y así difundir su importancia biológica y su relación con el hombre.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amórtegui, E. (2011). *Concepciones sobre prácticas de campo y su relación con el conocimiento profesional del profesor, de futuros docentes de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional*. Bogotá D.C. Colombia. 354 pp.
- Amórtegui, E. y Correa, M. (2012). *Las Prácticas de Campo Planificadas en el Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional. Caracterización desde la perspectiva del Conocimiento Profesional del Profesor de Biología*. Bogotá: Fundación Francisca Radke.

- Banet, E. (2000). La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento Biológico. En Perales & Cañal (compilares). (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Editorial Marfil. Alcoy. Provincia de Alicante, España. 703 pp.
- Fenton, M.B. 1997. Science and the conservation bats. *Journal of Mammalogy* 78 (1) 1-14.
- Galeano, P. y Giraldo, G. (2012). educación ambiental como estrategia para la conservación de quiroptero fauna en el municipio de Chipatá-Santander.
- Guarnizo, A., Puentes, O. y Amórtegui, E. (2014). Diseño y aplicación de una unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje del concepto de diversidad vegetal en los estudiantes de la Institución Educativa Eugenio Ferro Falla, Campoalegre, Huila.
- Jiménez, M., Caamaño, A., Oñorbe, A. y Pedrinaci, E. (2003). *Enseñar ciencias*. Barcelona: GRAO
- Valbuena, E., Correa, M. y Amórtegui, E. (2012). La enseñanza de la biología ¿un campo de conocimiento? Estado del arte 2007-2008. *TECNE EPISTEME Y DIDAXIS, revista de la Universidad Pedagógica Nacional*. 83 pp.

Indagación para la enseñanza de la nutrición en secundaria: ¿Cómo conservarías las bacaladillas?

Vegas-Molina, M., Romero-López, M. C., González-González, M. P.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.
I.E.S. Virgen de las Nieves, Granada.*

romero@ugr.es

RESUMEN

En el siguiente estudio se ha puesto en práctica la indagación como método para la enseñanza de las ciencias, en concreto, sobre los métodos de conservación, a partir de un problema de estudio. Los grupos que han participado, han sido: 2º PCPI (Programa de Cualificación Profesional Inicial) y 4ºESO de Diversificación Curricular (DC). Tras un estudio cualitativo de los resultados obtenidos, se sabe que, este alumnado presenta dificultades para comprender la presencia de microorganismos en cualquier superficie, también, presenta dificultades importantes para justificar qué métodos son los más adecuados y qué relación hay con los microorganismos. Además, se comprueba, que el uso de la indagación en las aulas de secundaria, permite el acercamiento de los conocimientos sobre ciencia al alumnado, percibiéndolos como más cercanos y resultando más fácil su aprendizaje.

Palabras clave

Indagación, IBSE, Nutrición, PCPI, Diversificación Curricular

INTRODUCCIÓN

La Alimentación y Nutrición Humana constituye un tema de gran interés para la sociedad, siendo muy aceptado, que la adquisición de hábitos de vida saludables influye en el desarrollo de una vida sana. Es en la etapa de la adolescencia cuando se van adquiriendo y configurando los hábitos alimentarios, así como su estilo de vida (Martínez, Hernández, Ojeda, Mena, Alegre y Alfonso, 2009).

En el ámbito educativo se ofrecen grandes oportunidades para el fomento de hábitos alimentarios saludables, convirtiéndolo en uno de los espacios más eficaces para modificar los estilos de vida de los niños y adolescentes (Martínez et al., 2009). La Estrategia para la Nutrición, Actividad Física y Prevención de la Obesidad (NAOS) generada a través de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN), propone incluir en el currículo académico, conocimientos y habilidades sobre la alimentación y la nutrición, de manera transversal en lugar de hacerlo de forma específica en las asignaturas de ciencias. De esta forma esperan desarrollar unos hábitos saludables en los que los alumnos, sean capaces de iniciarse en el mundo de la cocina, aprendiendo a comprar alimentos así como prepararlos, cocinarlos y conservarlos. Aquí cobra gran importancia el proceso de la manipulación y conservación de los alimentos. Es sabido que, una mala manipulación de los alimentos conlleva riesgos para la salud, pudiendo ser la causa de muchas intoxicaciones alimentarias. La Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, en 2012, resaltó el papel del consumidor para garantizar “*las prácticas correctas de higiene en la fase terminal de la cadena alimentaria*”. Como se puede observar, es importante educar a los alumnos y alumnas

en seguridad alimentaria, a la par que se les proporciona conocimientos sobre alimentación y nutrición.

El problema se plantea al analizar la presencia de los contenidos de nutrición en nuestro sistema educativo, donde hasta 4º de ESO (y solo en uno de sus itinerarios), no existe una asignatura sobre Alimentación y Nutrición Saludable como tal, por lo que los estudiantes de hoy en día, son educados durante muchos años sin llegar a conocer bien su cuerpo, ni poder integrar una alimentación saludable en sus dietas (Fundación Española de la Nutrición, 2013). Es por ello por lo que surge la necesidad de que los adolescentes posean esos conocimientos elementales, para que así se garantice su bienestar y salud (Quirós, Torres y Villalobos, 2015; Vidal, Díaz-Santos, Jiménez y Quejigo, 2012).

La situación de los contenidos sobre la Nutrición y Alimentación y en concreto, los referidos a la higiene alimentaria relacionados con la contaminación y conservación alimentaria, son reducidos o casi inexistentes en la educación de nuestros adolescentes. Por la importancia que tienen, se ha escogido esta temática para el desarrollo de este estudio. Para mantener la cadena de seguridad alimentaria es imprescindible que los consumidores finales, sepan manipular correctamente los alimentos. Al ser un aspecto cotidiano en el que el alumno puede relacionarlo fácilmente con su entorno, se ha optado por un enfoque basado en la indagación (Inquiry Based Science Education, IBSE). Esta metodología, permite motivar al alumnado al relacionar la ciencia con lo cercano y cotidiano, aspecto tan demandado por los docentes (Martínez-Chico, López-Gay y Jiménez-Liso, 2014).

IBSE, nos permite realizar actividades manipulativas, que ayudan a los estudiantes a cuestionar sus ideas previas al poder diseñar experiencias que los llevan a la búsqueda de pruebas y el uso de modelos científicos, con los que contrastarlas y cuestionarlas y siempre de fenómenos cercanos y cotidianos de su día a día (Martínez-Chico et al., 2014). De esta forma, la competencia científica se adquirirá cuando el alumno o la alumna, sea capaz de poner en práctica los conocimientos aprendidos a cualquier situación que se le plantee (Jiménez, 2010). Estaríamos ante un conocimiento en acción, donde, a partir de ejemplos prácticos, los alumnos y alumnas son capaces de argumentar, sacar sus propias conclusiones, proponer modelos, discutir, etc., generando así conocimiento (Crujeiras y Jiménez, 2011).

Si ya es importante conseguir estos objetivos a lo largo de todas las etapas educativas, aún más si cabe, en aquellos grupos en los que existe una alta desmotivación, dificultades de aprendizaje y abandono escolar como son los grupos de Diversificación Curricular (DC) y Programa de Cualificación Profesional Inicial (PCPI).

Por todo ello, en el presente trabajo hemos diseñado una unidad didáctica sobre seguridad alimentaria, centrada en un problema cotidiano para determinar la eficacia del método de indagación en dos grupos diferentes: 4º ESO de DC y 2º PCPI.

METODOLOGÍA

Participantes y contexto

Para esta investigación se contó con 25 alumnos/as del I.E.S. Virgen de las Nieves (Granada):

- 11 alumnos/as de 2º PCPI. Este grupo, se caracteriza por tener graves problemas de aprendizaje y de atención. Algunos de ellos/as sufren problemas sociales, familiares y económicos. El trabajo se desarrolló en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza dentro del Ámbito Científico-Tecnológico, que engloba tres bloques

de materias diferentes como son las Matemáticas, las Ciencias de la Naturaleza y la Tecnología (Consejería de Educación, 2008).

- 14 alumnos/as de 4º ESO de DC. Algunos estudiantes de este grupo, no reúnen las características básicas para pertenecer a dicho programa, ya que presentan capacidades intelectuales por encima del nivel en el que se encuentra, pero están en él por otros motivos. Esto hace que nos encontremos con un grupo muy heterogéneo. Además, de ellos, tres alumnos son de procedencia extranjera, dos de los cuales poseen dificultades importantes para entender el idioma y uno, con graves dificultades de atención debido a su pérdida progresiva de audición. La asignatura a impartir fue también, Ámbito Científico-Tecnológico, que incluye los aspectos básicos de tres bloques temáticos de diferentes áreas o disciplinas, que se encuentran interrelacionadas, como son las materias de Matemáticas, Ciencias de la Naturaleza y la Tecnología (Consejería de Educación, 2008).

Descripción e implementación de la actividad

Los participantes trabajan en pequeños grupos de entre 2 y 5 alumnos/as. Para la implementación de la actividad se siguió la metodología utilizada por Crujeiras y Puig, (2014).

Actividad

- a) **Sesiones teóricas.** Se entregó al alumnado una actividad en la que se plantea una situación problema:

“Llega el viernes, que es el día de la compra para mí. Como sé que voy a tardar en regresar, descongelo unas bacaladillas para el almuerzo. En el supermercado compro unos filetes, unas verduras y unos boquerones para acompañar a las bacaladillas. De vuelta a casa, me llaman mis amigas para ir a almorzar a la sierra y pasar allí el fin de semana, yo acepto, pero no recuerdo, que tengo las bacaladillas en casa listas para freír. A mí, no me gusta desperdiciar la comida y me gustaría conservar esas bacaladillas para otro día. ¿Cómo puedo conservar dichas bacaladillas?”

Con el objetivo de guiarles en la planificación de la investigación, se les proporcionó a cada grupo 5 tarjetas de colores con preguntas: ¿Cómo conservaríais las bacaladillas?, ¿Qué pensáis que sucederá?, ¿Qué materiales vais a necesitar?, ¿Qué pasos vais a seguir? y ¿Qué aspectos debéis tener en cuenta?, que el alumnado rellenó y ordenó bajo su criterio, estableciendo sus hipótesis de estudio, los materiales que iban a necesitar, las variables que tuvieron en cuenta, el método que utilizaron, así como el procedimiento que llevaron a cabo (método de conservación). Para planificar la investigación, los participantes debieron llevar a cabo dos pasos: 1) responder a las preguntas formuladas en las tarjetas; 2) ordenar las tarjetas en función de los pasos a realizar en la investigación.

Posteriormente, se fueron trabajando los contenidos de la Unidad Didáctica diseñada de forma que, se proporciona a los estudiantes el contenido teórico necesario para poder ir resolviendo el problema pero sin dar una respuesta directa. De este modo, en las distintas sesiones teóricas se trabajaron conceptos como: conservación (origen y evolución), deterioro de los alimentos, efectos de las enzimas, consecuencias del deterioro de los alimentos (positivas y negativas), enfermedades relacionadas, intoxicaciones alimentarias, microorganismos utilizados en alimentación. Antes de explicar los diferentes métodos de conservación y su uso a lo largo de la historia, se les volvió a presentar el problema inicial de conservación junto con el grupo de 5 tarjetas de colores. Nuevamente se les pidió las completaran y ordenaran.

- b) **Sesiones prácticas.** Todos los medios de conservación propuestos por los estudiantes, fueron llevados a la práctica en el laboratorio del centro. Fueron los estudiantes los que trajeron todos los materiales necesarios para llevarlos a la práctica. Al final de las prácticas se les pidió que justificaran, cuál era el mejor medio de conservación. Durante la realización de las prácticas surgió, por parte del alumnado, la necesidad de realizar un recuento microbiano para comprobar la eficacia del método de conservación elegido (MCE). Se propuso a los/as alumnos/as que buscaran métodos para conseguirlo, proponiendo por ejemplo los medios de cultivo y se les mostró la metodología para realizar el recuento de colonias bacterianas y la representación gráfica del mismo.
- c) **Análisis de respuestas.** El análisis de las respuestas fue de tipo cualitativo teniéndose en cuenta 1) conceptos utilizados; 2) capacidad de justificar su respuesta y 3) la relación entre las sesiones teóricas y prácticas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Orden de las respuestas

Independientemente del grupo al que pertenecían, en las dos sesiones, los estudiantes supieron identificar correctamente la secuencia de preguntas, ordenándolas de forma correcta e identificando, en cada una de ellas, a qué proceso de la metodología científica pertenecía.

Tipos de respuestas

Sesión teórica.

Tanto en los grupos de PCPI como de DC, se puede ver que el alumnado no reflexiona sobre el conjunto de su investigación, simplemente se limitan a responder usando frases cortas. Además, no son conscientes del material que precisan para poder llevar a cabo su experimento, llegando a confundir en algunas ocasiones, variables con dispositivos. En otras ocasiones, especifican cantidades concretas de materiales pero no qué necesitarían para medirlo, como por ejemplo balanzas. Al igual que ocurre con Crujeiras y Puig (2014), es muy posible que los estudiantes no pusieran todo el interés necesario en rellenar este apartado, al pensar que no realizarían la parte práctica o puede que también, al no enfrentarse a la situación real, no sean conscientes realmente del material que van a necesitar.

En general, ambos grupos no son capaces de justificar cual sería el mejor método de conservación o porqué habría que conservalas, afirmando únicamente: “*es el mejor método*”. Tan solo 3 alumnos, 1 de PCPI y 2 de DC (Tabla 1), han utilizado algún concepto científico relacionado con el tema “microorganismo” y “deshidratación”, sin embargo, cuando se pide justificar si el método propuesto es adecuado, sólo son capaces de indicar “*Sí, porque mata a todos los microorganismos*”.

Sesión práctica.

Las respuestas dadas tras las prácticas, fueron mucho más elaboradas y mejoraron sustancialmente las justificaciones. En el caso del grupo de PCPI, la mayoría de los estudiantes utilizan conceptos como microorganismos, temperatura, hongos, enzimas, entre otros.

Tanto en PCPI como en DC, una vez que pusieron en práctica su método de conservación, la duda surgió en cómo podrían establecer cuál era el mejor método de conservación y cómo podrían comprobar los resultados. En grupo establecieron qué debían controlar si aparecían o no bacterias y tener una bacaladilla control conservada en el frigorífico.

Finalmente, con ayuda de los profesores, se estableció un método de contabilización de colonias de bacterias y se les enseñó la metodología. Tras contabilizar el número de colonias que aparecía en sus métodos de conservación y control, se les entregó las gráficas con los datos correspondientes y se comentaron los resultados obtenidos.

Las justificaciones finales obtenidas por los estudiantes de DC, fueron mucho más elaboradas que en el grupo de PCPI. Sin embargo, ninguno de los dos grupos, fueron capaces de extraer conclusiones basadas en la combinación de pruebas de distintos conjuntos de datos coordinándolos con la teoría: *“el peor método de conservación sería, al vacío, porque habrá salido mal el experimento, porque si hubiese salido bien, el alimento no tiene contacto con el oxígeno, no tiene bacterias porque mueren. Si hablamos de los hongos, el mejor método sería otra vez la salazón porque no pueden crecer si no hay humedad.”*

MCE	Primera sesión			Última sesión		
	Grupos	Aparición de conceptos teóricos relacionados	Justifica su respuesta	Aparición de conceptos teóricos relacionados	Justifica su respuesta	Relaciona teoría y prácticas
Cocción Salazón a TA Salazón en frío	PCPI n=11	1	0	11	9	9
Envasado al vacío Salazón Congelación	DC n=14	2	1	14	11	11

Tabla 3. Número de alumnos por grupos, que relacionan conceptos teóricos y prácticos para generar una justificación, antes y después de enfrentarse a la práctica. TA, Temperatura Ambiente.

Como se puede ver, la mayoría de los estudiantes, fueron capaces de extraer información de las diferentes sesiones teóricas y establecer una relación causa-efecto. Cabe destacar que, solo una vez que se han enfrentado a la necesidad de buscar métodos de conservación y comprobar su efectividad, han elaborado argumentos considerando datos de distintas fuentes de datos y coordinándolos con la teoría. Estos, son resultados coherentes con otros estudios previos como los de Erduran, Simón y Osborne (2004). A pesar de las mejoras en sus conclusiones finales, sigue habiendo estudiantes que mencionan una batería de pruebas, que finalmente no se ven relacionadas con la conclusión. El mismo problema se presenta en el estudio de Bravo y Jiménez (2013); en él se detecta la misma dificultad en alumnado universitario de Biología, siendo un 20% de los participantes, los que proponen pruebas contradictorias a su conclusión. Este hecho, podría ser explicado por la falta de comprensión de las pruebas que se aportan a pesar de haberlas manipulado.

En resumen, consideramos que promover el aprendizaje basado en la indagación, ayuda al alumnado a relacionar las distintas actividades que realiza en una misma unidad didáctica, no solo entre ellas sino también con la teoría. También hay que destacar, que a pesar de ser estudiantes que se caracterizan por un bajo rendimiento académico y falta de interés, su participación y motivación ha sido elevada. El planteamiento de *¿cómo conservar las bacaladillas?* les ha permitido, comprender la necesidad y motivos por los que se conservan los alimentos en sus hogares. Además, en este caso concreto, el papel del alumno ha sido activo, puesto que han tenido que tomar las decisiones acerca de qué

materiales, variables y datos son válidos o no, así como relacionarlos con un problema determinado. Esto favorecería la formación de ciudadanos críticos, uno de los requisitos para adquirir la competencia científica.

BIBLIOGRAFÍA

Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (2012). *Prevenir intoxicaciones en verano*. Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid.

Bravo, B., y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2013). ¿Criaríamos leones en granjas? Uso de pruebas y conocimiento conceptual en un problema de acuicultura. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 10(2), 145-158.

Consejería de Educación (2008). Orden de 25 de julio de 2008, por la que se regula la atención a la diversidad del alumnado que cursa la educación básica en los centros docentes públicos de Andalucía. BOJA 167, 7-14.

Crujeiras, B. y Jiménez, M. P. (2011). Competencia como aplicación de conocimientos científicos en el laboratorio: ¿Cómo evitar que se oscurezcan las manzanas? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 19-26.

Crujeiras, B. y Puig, B. (2014). Trabajar la naturaleza de la ciencia en la formación inicial del profesorado planificando una investigación. *Educació Química EduQ*, 17, 55-61.

Erduran, S., Simon, S., y Osborne, J. (2004). Tapping into argumentation: developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933.

Fundación Española de la Nutrición (2013). *Libro Blanco de la Nutrición en España*.

Jiménez, M. P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Graó. Barcelona.

Martínez-Chico, M., Jiménez-Liso, M. R., y López-Gay, R. (2014). ¿Nuestra propuesta de formación inicial de maestros en Didáctica de las Ciencias Experimentales funciona? *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 591-608

Martínez, M. I., Hernández, M. D., Ojeda, M., Mena, R., Alegre, A., y Alfonso, J. L. (2009). Desarrollo de un programa de educación nutricional y valoración del cambio de hábitos alimentarios saludables en una población de estudiantes de Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Nutrición Hospitalaria*, 24(4), 504-510.

Quirós, J. F., Torres, M. I. y Villalobos, N. (2015). La enseñanza de la nutrición a nivel de secundaria utilizando el tema transversal "educación para la salud" desde un enfoque útil para la vida. *Revista Electrónica Educare*, 19(2), 1-20.

Vidal, M. M., Díaz-Santos, A., Jiménez, C. y Quejigo, J. (2012). Modificación de ciertas actitudes frente a la alimentación en estudiantes de enfermería tras cursar la asignatura de nutrición y dietética. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 32(1), 49-58.

Valoración de la calidad docente a través de encuestas de opinión a estudiantes de la Licenciatura en Química

Víctor, M. D.,(1) Airado, D.(2)

(1) *Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Granada.*

(2) *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Extremadura.*

mdvictor@ugr.es

RESUMEN

En este estudio se ha llevado a cabo el diseño de una encuesta anónima sobre la docencia una asignatura optativa de quinto curso de la Licenciatura en Química, de la Universidad de Granada. Este tipo de cuestionarios permite valorar los principales aspectos relacionados con la calidad de la docencia, destacando la actividad docente, el sistema de evaluación, la interacción entre profesor y estudiantes, la implicación de los alumnos en la asignatura, así como el grado de satisfacción de los alumnos y el sistema de evaluación que emplea el profesorado. El cuestionario se ha realizado durante el pasado curso académico por 27 alumnos (90 % de los alumnos matriculados) de forma voluntaria. Este estudio tiene como objetivo principal dar a conocer a los profesores la opinión que tienen sus alumnos sobre su trabajo docente, además de la mejora de la enseñanza impartida.

Palabras clave

Encuesta de opinión; Calidad docente; Enseñanza; Valoración; Participación de alumnos

INTRODUCCIÓN

Es un hecho que las opiniones y experiencias de los alumnos, ya sea de una asignatura, en particular, o de un plan de estudios, en general, suman en el proceso de aprendizaje de futuros estudiantes. Conocer sus experiencias y percepciones contribuye en el desarrollo y mejora de la profesionalidad de los docentes, implicados en esa asignatura o plan de estudios, en su camino hacia una docencia de calidad. Retroalimentar la enseñanza, la docencia y el aprendizaje con trabajos colaborativos que permitan incorporar los resultados de estudios llevados a cabo con los propios estudiantes, contribuye, entre otras, a conocer y contrastar sus opiniones, dialogar con ellos, indagar cómo se perciben los contenidos teóricos y prácticos, averiguar la idoneidad de la metodología utilizada.

En un trabajo de Muñiz y Fonseca-Pedrero (2008), se cita lo siguiente: “La finalidad de toda evaluación universitaria es generar mejoras en la calidad universitaria, y para que ello se produzca es fundamental dar el *feedback* adecuado a las partes implicadas. Una evaluación técnicamente perfecta no cumpliría su objetivo si no se hiciera llegar la información correspondiente a las partes legítimamente implicadas”.

De este modo, la evaluación de la satisfacción del alumnado con una asignatura debería tener por objeto el de mover a los docentes y responsables del futuro formativo y experimental de las nuevas generaciones de alumnos a crear y desarrollar herramientas de evaluación paralelas a las establecidas por la institución universitaria, de forma que

consigan acercarse a sus alumnos, conocer su experiencia en su paso por la asignatura y llegar a conseguir la mejora de su dedicación.

En la literatura docente son muchos los autores que coinciden en que los métodos de evaluación de la práctica educativa más utilizados e idóneos son los cuestionarios, entrevistas, observación e informes de autoevaluación (Mateo, Escudero, De Miguel, Mora & Rodríguez Espinar, 1996; Muñoz Cantero, Ríos de Deus & Abalde., 2002).

El presente trabajo se centra en la evaluación de la calidad de la actividad docente de la asignatura Análisis por cromatografía y técnicas afines, impartida en quinto curso de la Licenciatura en Química de la Universidad de Granada. Para ello, se ha diseñado un cuestionario, como instrumento docente, el cual facilita la recogida de información a través de las respuestas a una serie de preguntas formuladas a los alumnos de esta asignatura, con el objeto de cuantificar el grado de satisfacción, interés suscitado, el tiempo dedicado y el ajuste de la evaluación a las expectativas del alumno de dicha asignatura.

El principal objetivo es conocer la opinión de los alumnos sobre la docencia que se imparte en dicha asignatura, con el propósito de establecer las propuestas más adecuadas para conseguir una mejora en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Con esto se pretende desarrollar herramientas que permitan conseguir un aprendizaje autónomo y permanente, dar mayor protagonismo al estudiante en su proceso formativo y, por último organizar la enseñanza en función de las competencias que se deban adquirir.

Con el análisis de los resultados de la evaluación, se tomarán las medidas necesarias para conseguir una mejora en la práctica docente, introduciendo los cambios contextuales o metodológicos oportunos.

METODOLOGÍA

Se ha utilizado como instrumento de evaluación una “Encuesta de evaluación de la calidad docente”. Este tipo de herramientas homogeneiza la obtención de información, ya que todos los encuestados responden a las mismas preguntas y éstas son formuladas del mismo modo para todos. El cuestionario también permite tratar los datos de forma rápida, sobre todo si se hace uso de un software informático. La mayoría de las preguntas eran cerradas, con el objeto de facilitar la respuesta y su procesamiento estadístico. Sin embargo, se realizaron preguntas abiertas con las que se ofrecía al alumno la posibilidad de que opinara abiertamente.

Los participantes en este estudio han sido las alumnas y alumnos de la asignatura Análisis por cromatografía y técnicas afines, de quinto curso de la Licenciatura en Química de la Universidad de Granada. El cuestionario fue realizado, de forma voluntaria y anónima, el mismo día del examen final, al cual se presentaron 27 alumnos y alumnas, representando el 90 % del total de matriculados. En dicho cuestionario se incluyeron 25 preguntas divididas en cinco bloques diferentes. Previa a las preguntas incluidas en estos bloques, se añadió una pregunta acerca de la convocatoria en la que se encontraba el alumno matriculado en el presente curso. Con las preguntas del primer bloque (Actividad Docente) se pretendía conocer la opinión que tienen los alumnos sobre la actividad llevada a cabo por el profesor. En el siguiente bloque (Evaluación) se encontraban preguntas relacionadas con el sistema de evaluación utilizado en la asignatura. El tercer y cuarto bloque (Interacción de los estudiantes e implicación de los mismos, respectivamente) ponía de manifiesto la opinión de los alumnos sobre la relación alumnos-profesor, por un lado, y el grado de implicación de éstos en el proceso de

aprendizaje. Por último, con el quinto bloque se podía obtener una opinión global de la experiencia de aprendizaje del alumnado en esta asignatura.

La valoración se llevaba a cabo según una escala que contiene 5 valores (del 1 al 5; donde, 1: muy en desacuerdo, 2: en desacuerdo, 3: ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4: de acuerdo, 5: muy de acuerdo).

Lo que se ha pretendido conseguir es un conocimiento objetivo del desarrollo de la asignatura. En este sentido, cabe destacar que se ha tomado la iniciativa por parte del profesorado responsable de la asignatura, dado que en la UGR en el presente curso académico se ha acordado no realizar evaluación por parte del centro andaluz de prospectiva de la docencia impartida en Licenciaturas, a extinguir, por la llegada del grado.

RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación del cuestionario de evaluación de la calidad docente para la asignatura Análisis por cromatografía y técnicas afines. En la Tabla 1 se muestran las 14 preguntas pertenecientes al primer bloque (Actividad Docente), con las que se evaluaba la opinión sobre el desarrollo de la práctica docente. El segundo bloque, el de Evaluación, pretendía valorar la opinión sobre el proceso de evaluación que se lleva a cabo durante el desarrollo del curso (Tabla 2). Las preguntas del tercer bloque (Interacción con los estudiantes), ponían de manifiesto la opinión de la relación que se estableció entre el profesor y el/la estudiante (Tabla 3). El cuarto bloque (Implicación del (de la) estudiante, se componía de las preguntas relacionadas con el grado en el que el/la estudiante asumía su responsabilidad en el proceso de aprendizaje, visualizado a través de su participación activa en el desarrollo del curso (Tabla 4).

Tabla 1. Bloque 1: Preguntas acerca de la opinión de la actividad docente

ACTIVIDAD DOCENTE	1	2	3	4	5
A lo largo del curso informa suficientemente sobre el programa de la asignatura (objetivos, los contenidos teóricos y prácticos, metodología, criterios e instrumentos de evaluación).					
Aclara adecuadamente lo que espera del aprendizaje de los(as) estudiantes.					
Explica con claridad.					
La organización y secuencia que realiza de los contenidos de la asignatura es adecuada para el aprendizaje de la asignatura.					
Establece relación entre la asignatura y otras áreas de conocimiento y disciplinas.					
Desarrolla actividades que facilitan el aprendizaje participativo.					
Brinda seguimiento y asesoría en las actividades, trabajos y procesos desarrollados en la asignatura.					
Promueve actividades que dan la oportunidad de utilizar los conocimientos teóricos en situaciones prácticas.					
Se interesa por el aprendizaje de sus estudiantes.					
Genera interés por la asignatura.					
Está disponible en las tutorías					
En general, mi grado de satisfacción con el desempeño de la actividad docente del(de la) profesor(a) es:					
La carga de trabajo de la asignatura es apropiada a los créditos asignados.					
La asignatura es relevante, funcional y muestra vínculos con la realidad.					

Tabla 2. Bloque 2: Preguntas acerca de la opinión sobre sistema de evaluación

EVALUACIÓN	1	2	3	4	5
Informa a los(as) estudiantes de sus aprendizajes y de sus avances.					
Existe coherencia entre los objetivos, los contenidos de la asignatura, las actividades realizadas y la evaluación de la misma.					
Además de evaluar los conceptos, considera otros aspectos como el trabajo colaborativo o grupal, el grado de implicación, las aportaciones personales, el progreso, etc.					

Tabla 3. Bloque 3: Preguntas sobre la opinión de la interacción con los estudiantes

INTERACCIÓN CON LOS ESTUDIANTES	1	2	3	4	5
Tiene una actitud receptiva y muestra disposición para el diálogo.					
Fomenta la participación de los(as) estudiantes en el desarrollo de la asignatura.					
El ambiente de clase favorece la comunicación entre profesor(a) y estudiantes.					

Tabla 4. Bloque 4: Preguntas sobre la implicación del (de la) estudiante

IMPLICACIÓN DEL (DE LA) ESTUDIANTE	1	2	3	4	5
Generalmente participo en las diferentes actividades que se desarrollan en esta asignatura.					
Dedico el tiempo suficiente para preparar la asignatura y realizar los trabajos.					
Asisto a las clases con asiduidad.					

En el último bloque, se incluían dos preguntas de respuesta abierta. La primera de ellas, trataba sobre los aspectos que más positivamente valoraban los alumnos de la asignatura. Entre las respuestas podríamos destacar las siguientes:

- La realización de las prácticas
- La dinámica de las clases
- La organización de la asignatura
- La calidad de las presentaciones
- La aplicabilidad de los conocimientos teóricos a la práctica
- Los criterios de evaluación
- El interés y compromiso del profesor
- La interacción alumno-profesor
- Los contenidos teóricos
- El uso de la evaluación continua
- Relación de la asignatura con otras áreas de conocimiento
- La calidad de los apuntes facilitados por el profesor
- El trato agradable, respetuoso y amable del profesor
- La calidad docente del profesor

En cuanto a qué aspectos mejorarían los alumnos de la asignatura, los que más se repiten son los siguientes:

- Reducirían la extensión del temario
- Quitarían contenido teórico y añadirían contenido práctico
- Les gustaría haber manejado más equipos en el laboratorio

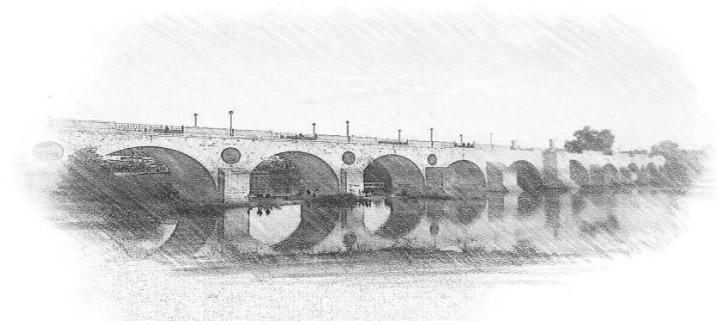
- Cambiarían el formato de las presentaciones a blanco y negro
- Quitarían trabajo al final del cuatrimestre.

CONCLUSIONES

Esta encuesta de opinión puede aportar información relevante. En este caso concreto indicó que los alumnos están bastante satisfechos con el desarrollo de la asignatura. No obstante, existen aspectos que se deben seguir mejorando, sobre todo los mencionados por los alumnos, como son la adaptación del temario a las créditos asignados y el aumento del contenido práctico de la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

- Mateo, J., Escudero, T., De Miguel, M., Mora, J. G. y Rodríguez Espinar, S., (1996). La Evaluación del profesorado. Un tema a debate. *Revista de Investigación Educativa*, 14(2), 73-94.
- Muñiz, J. y Fonseca-Pedrero, E. (2008). Construcción de instrumentos de medida para la evaluación universitaria. *Revista de Investigación en Educación*, 5, 13-25.
- Muñoz Cantero, J.M., Ríos de Deus, M.P. y Abalde, E. (2002). Evaluación Docente vs Evaluación de la Calidad. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 8, 103-104.



PÓSTERES

Línea 4. Investigación en el aprendizaje de las ciencias

Studying the soil: from the school organic garden to the ibse activity in the classroom

Acqua, A., Pennesi, D., Stacchiotti, L., Paris, E.

*School of Science and Technology, Geology division, University of Camerino
Italy*

alessandro.acqua@unicam.it

ABSTRACT

This didactic project, directed to students in the age range 8-10 and 11-13 years in the Italian school, is focused to approaching the study of the farming soil. The project has been divided in a first part for the younger students, where the activities rotate around the creation of an organic garden, and IBSE activities for the older students. Working in the vegetable garden, stimulates children's interest and also motivates those who have difficulty with lectures to be leaders and to feel involved in the rhythms of nature. The IBSE approach stimulates the formulation of questions and actions to solve problems and understand phenomena. The labs address the topic by proposing multidisciplinary activities connecting Chemistry, Physics, Mathematics, Earth Sciences, Botany, Biology, Geography and Technology. For school students of these ages, studying the soil with day by day activities, is an important stage of learning which requires the understanding and of a complex interdisciplinary ecosystem.

Key words: IBSE approach, Soil, Multidisciplinarity, Cooperative learning.

1. INTRODUCTION

This research projects has been carried out at different school levels and in collaboration with some schools of in the Marche Region (Italy) and has “the farming soil” as the focus of this project that lasts one year and it is organized in good collaboration with the teachers. The Marche region, located in the Adriatic Sea coast of central Italy is characterized by widespread agricultural activities in small farms. A renewed interest for agriculture, both traditional and organic, is recently attracting young people, looking for a job or willing to carry on the production of family crops. The school students are therefore exposed to the topic of agriculture, and “the soil” seemed a topic of interest for both primary (6-10 years old) and middle schools (11-14 years old).

Why choosing “the soil”? From my previous experience as organic farmer and from my teaching background I realised that the farming soil is a resource usually given for granted but it is actually limited and always in danger. It gives us food, energy, water, protects us from hydrological hazards, which requires to be protected and preserved because it is at the base of human life and health. However, this topic is poorly address in school in the science courses. Studying of the soil requires to enter in many details subtopics and also it allows many interdisciplinary connections, e.g. in biology (soil fauna or plants), in chemistry (chemical composition); environmental education (the soil is a limited resource), nutrition (toxics in-toxics out concept and fertility of soil).

Given the possibilities to carry out the project, we decided to focus on two different but connected topics for the two school levels involved. The first was the creation of an

organic garden, organized with the primary school, which was designed to improve the practical skills of the students, to raise awareness about the vital importance of farming soil. The learning path was organized (with the referent teacher prof. Patrizia Marcantonelli) by considering the pedagogical and didactic aspects based on active learning. The organization of IBSE activities related to the farming soil (for the older students), allowed to deepen the understanding of the soil characteristics and the connection with the other sciences. Both topics gave the chance to correlate with environmental education (which is a new requirement in the school curriculum now). Moreover, another positive point of “the soil” topic is that can also allow connections with other school subjects, like history (eg. the great migrations related to food scarcity), geography (how the climate relates to the soil types), art and technology (colors and uses of soil components).

The IBSE approach contributes to stimulate active learning, to promote collaboration among students and to enhance students’ motivation, increasing knowledge and competences even for the students with learning difficulties or less prone to attention in the classroom or to study dedication. However, in spite of an established and widespread use, in Italy and in the schools of the Marche regions IBSE is still scarcely adopted as a teaching method. This research project is therefore particularly useful also to enter in contact with the teachers inside their schools, to share interests and show practical applications which they could easily replicate in their classes in the future.

The inquiry-based science education (IBSE) is an educational approach recommended by the European Union for the teaching of the experimental sciences. Its use is closely linked to the development of skills related to the understanding and the use of scientific research methods. The direct experience of the Inquiry, as well as every learner-centered approach, has the advantage of being more engaging for students and, therefore, to increase the attention and participation. A science education report edited for the European Commission recalls that a teaching based on inquiry, as well as having positive effects of interest and motivation, can effectively work with both weaker or less motivated students, both for the strengthening excellence. Nevertheless, the inquiry approach remains a minority among the methods predominantly adopted in Italian schools, both for problems related to its use (e.g. the limited time available), and because many teachers still do not know it sufficiently.

2. DESCRIPTION

2.1 The organic garden in the primary school

The project has been organized to show the role of the farming soil in an organic garden. It is dedicated to the primary school and involves 5 classes, from 6 to 10 years old students. The plan includes the participation of all the teachers, which contribute to the project within their competences and subjects, with an interdisciplinary approach. The activities are divided in lab and theory, to be carried out in the classrooms and field activity to be carried out in the garden of the school.

In the first meeting, in the classroom, the topic of farming soil was presented through the IBSE-question: “*what do you need to have a good organic garden?*” and the answer given “*to make a good organic garden you need a good soil*”

In this first meeting many ideas raised, suggested by the children, some already realized and some will be carried out during the rest of the school year. Infact each class has a specific project to perform. The 1st grade made a large poster on “*The organic garden I would like to have...*” and created a scarecrow using recycled materials. The 2nd grade

collects meteorological and climatic data, like temperature, rain, humidity. The 5th grade made a scale model of the organic garden using different materials. The 3rd and 4th graders proposed to do some experiments on the permeability of farming soil and on the existing fauna in the soil. Through the workshops the students have experienced as a different composition of the farming soil can influence its permeability.



Fig. 1: The activity for the younger children starts with lab activities on the soil and continues in the organic garden

Subsequently, meetings dedicated to the field work have taken place: preparation of the land to build an organic garden, plant some typical vegetable crops of the Marche region, plant some old species at risk of extinction. The project, still in progress, includes other phases, like observation of the biological cycle of the plant species considered (barley, bean, corn, lentil, onion, etc.) and the chemical-physical and biological observation of the farming soil used. All meetings are reported by each student in the logbook: “*what I did and what I learned*”. All the phases of the project are monitored by reporting the work done in the activity window of the school, so all the students can see it and it is possible to follow the progress. The final work will be made by the 5th graders, who will prepare an e-book documenting the entire project.

2.2 The IBSE activity in the lower secondary school

The activity carried out for the lower secondary school is structured in five interventions in each class, to be carried out with the IBSE method. The classes involved (13 years old students) are four and chosen in two different schools, for a total of about 100 pupils. In the following, the structure and content of an activity is reported as example.

Classroom activities have been planned as following:

- in the first meeting, an individual pre-test is administered
- in the second and third meetings, IBSE activities on the farming soil are carried out; the activity is organized using the cooperative learning
- in the fourth meeting post-test groups
- in the fifth meeting an individual re-test is administered (after 2 weeks from the fourth meeting)

The laboratory is based on the Biological Science Curriculum Study, 5E Instructional Model: it is a structured IBSE activity, where the teacher gives the question and the materials for the study. The experimentation is preceded by the administration of a pre-test to assess the knowledge on the soil topic and the skills will be elaborated on the basis of the specific objectives proposed on the topic of “water”. The topic is different to avoid providing information on the farming soil that will be examined in subsequent activities.

The IBSE-question the students are asked to answer is: *"what can affect the availability of water in the farming soil?"* They carry out their investigation through the analysis of three samples of farming soils, each containing a different amount of organic matter (Fig. 2a,b,c), (Table 1).

During the Engage phase, a story is told, about a wise old farmer who has problems with his land..... the water is never enough for farming his crops! The old farmer represents some socio-economical aspects of the territory, which has a strong agricultural vocation. The contextualization of the topic to be investigated helps increasing the interest and motivation of the students, especially in a age range where this is always more difficult. Since the use of a paraverbal language has a strong influence in the engagement phase, the story is presented to the students as a theatrical narration.

In the Explore and Explain phases each student is given a sheet with a short description of the soil characteristics, followed by a brainstorming in which only the variables that affect the ability of a soil to hold water are examined and considered. In particular in this activity it is considered only the relationship that exists between water and organic matter. Then, the formulation of the affirmative hypothesis by the teacher is given: *"the amount of water retained by an agricultural soil depends on the amount of the present organic matter"*.

In the Elaborate phase, the activities, carried out in cooperative learning, consist of an experiment on the ability of a soil, with variable but unknown amounts of organic matter, to retain water. They carry out their investigation through the analysis of three samples.



Fig. 2a, b, c: The three samples of farming soil

One of the most important aspects of the experiments proposed in the schools is always the facility to reproduce the experiments, the use of simple instruments and the low cost of the materials involved. This makes the teachers more confident that the activity can be done easily in the class and that it is not difficult to organize by themselves. The samples, containing increasing percentages of organic matter (Fig. 3), are weighted and a table to collect the data is filled by the students. A preliminary observation is made on the color of the three samples. Colorless plastic bottles, cut in half with 6 holes each made in the bottom, are prepared. The samples, each weighing 330 g, are located in the half-bottles and a second half-bottle (without holes) covers the bottom of the first. Each group of students has the three samples: sample A contains only organic matter, sample B is made by farming soil and organic matter and the last, sample C, contains only farming soil. To each sample, 150 ml of water is slowly added and, after 1 minute, the quantity of water collected in the double bottom of the bottle is measured.

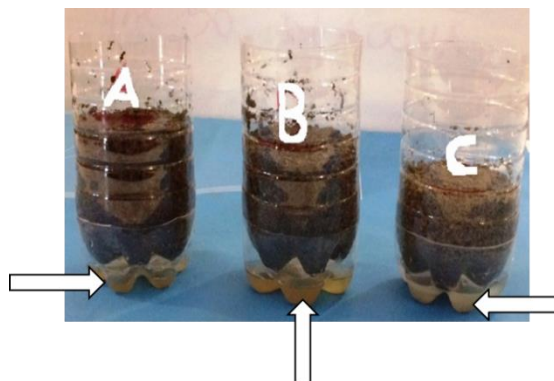


Fig. 3: Amount of water percolated and collected on the double bottom of the bottle

The aims of carrying out the lab are to understand which and how many variables influence the farming soil capacity to withhold water, to know the various soil layers and the chemical elements and compounds responsible of the different soil colors, to work in group and cooperate for a common solution. The date of the experiment will be reported by each group on a data card (Table 1).

Group name	Amount of soil used g	Amount of water used ml	Amount of water collection ml	Amount of withholding water ml
Sample A	330	150	15	135
Sample B	330	150	30	120
Sample C	330	150	40	110

Table 1 Compared outcomes

In the last phase, Evaluate, each group makes its own observations and draws conclusions based on the data collected. Since from the difference between the amount of water poured and the water collected is possible to establish the sample with the higher amount of organic matter, the students are asked to answer: “Which of the three samples is richer in organic matter?”

Then, each group must process the collected data and indicates them on a data sheet and submit the other groups its conclusions. At the end of the activity, the teacher will show the class, with the aid of a powerpoint presentation, another method to calculate the amount of organic substance: heating the soil in a muffle furnace.

Known weights of sample A (only organic substance) and B (organic substance and farming soil), are put in the oven at 110 ° C for about 4 hours. Samples A and B were weighed before and after insertion in a muffle furnace. From the difference between the first and the second weighing it is possible to establish the amount of organic matter lost upon heating, contained on each sample. At this point, the teacher invites the pupils to reflect and to think about the phenomenon which took place.

During all the activity, carried out with IBSE and cooperative learning methods, the class teacher has the role of filling in the survey form regarding the specific objectives carried out by the students, indicating whether each target has been achieved, and with which degree of independency by each group. The class teacher, compared with the person carrying out the activity, has a role of observer, even if can, sometimes, stimulate and guide the students to reflect to the various phases of the work.

3. RESULTS AND EXPECTED OUTCOMES

The project, which so far, in February 2016, has been carried out only halfway. Therefore, the final results are not fully available yet. However, some data have been already evaluated and are useful for this research. It is possible to highlight some points of interest, starting from the aims of the project, which were the following:

- to investigate the possibility to propose didactic activities related to the farming soil
- to experiment the activities in school, to verify the interest and involvement of the students, but also to determine the ability of the students to formulate hypotheses and plan simple researches to check them
- to improve the knowledge about the environment and the territory.

Regarding the first aim, it is important to point out that the topic chosen, “the farming soil”, revealed to be of large interest in the schools of the area, even more than what was expected. The teachers also understood immediately the possibility to use this project as a way to propose interdisciplinary activities, so that the topic is not a science topic only but a school topic, for the various schools and students’ age considered. Math, geography, art, history or technology are some of the subjects involved, whose teachers found their active role in the project. This level of collaboration is very rare in the Italian schools.

For the second point, the students demonstrated a high level of concentration in their activity, but also an emotional involvement, maybe because for many of them agriculture is a “familiar” topic and they were given the chance to act as “scientists” and become “experts” of topics which can correlate to those of the family fields and crops. This positive attitude reflects, till now, on the results obtained regarding the acquisition of competences. In particular, one of the objectives of the project, which is of particular interest for the PhD thesis in which one of the authors is involved (A.A.) is also to check whether and how a learning method based on IBSE influences the student's ability to: a) formulate hypotheses and to plan simple inquiries to verify them, b) identify the variables (dependent and independent, c) collect qualitative and/or quantitative data, d) communicate with others. The data collected till now allow to positively answering to these questions.

About the third point, as a general observation, the study of the environment and the territory contributes to increase the awareness of the planet as a complex and fragile system. An activity which can attract the attention of the students, especially the youngest one, on topics related to the geosciences will contribute to produce a better citizen, more careful about his/her actions in the environment and more aware of the dangers men can produce and about their effects in terms of increased hazards and risks.

4. CONCLUSIONS

Apart the scientific data regarding the experimentation, one of the most interesting result obtained till now is certainly the relationship started between the school teachers and the authors of this research, which allowed a very good availability of time and collaboration along the period of experimentation. This is not always possible in every school and many times it is difficult to interact with the teachers, often not willing to change teaching methods or simply the normal routine. Here, the activity proposed was greeted with enthusiasm by the school teachers involved, as they stated because they were able to see during the experimentation in their classes that the IBSE approach is an opportunity to generate new teaching ideas and to understand how you come to produce scientific

knowledge in school using the methods of scientific research. This is seen as functional to the development of critical thinking and a rational attitude towards reality.

The good atmosphere in which the experimentation takes place is an indication that these types of activities will be accepted with favor again in the future and also possibly reproduced by the same teachers, becoming therefore a first step of a change. To this extent, the aims of the PhD projects on "Geoscience education" at University of Camerino in fact, is not only to conduct a research project but also to involve other teachers and schools on new didactic methods and experiences. From this point of view this project is completely successful and will contribute positively to enlarge the number of teachers to come in contact with themes related to geoscience in modern and updated ways.

5. REFERENCES

Book

Caruso, F. (Ed. Zanichelli). (1992). *Educazione ambientale. Nozioni di base , proposte metodologiche e schede didattiche.*

Thesis

Scapellato, B. (2014). *A pilot training course to take IBSE approach in Earth Science teaching in Italian secondary schools: analysis of teachers' perceptions.*

University of Camerino (Italy) PhD thesis.

Papers

Pirrami, F. (2010a). Apprendimento basato su problemi e inquiry, per una educazione scientifica contestualizzata, integrata e per tutti. In L. Menabue, & G. Santoro (Eds.), *New Trends in Science and Technology Education: selected paper* (Vol. 1, pp. 286-295). Bologna: CLUEB.

Pirrami f. (2015). L'educazione scientifica a scuola: l'approccio ibse (inquiry-based science education), un supporto alla progettazione didattica. Atti del convegno internazionale *le vie della pedagogia, tra linguaggi, ambienti e tecnologie.* università di macerata, 14-15/11/2015.

Websites:

European Commission, Science Education NOW: A renewed Pedagogy for the Future of Europe, Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 2007.

Last access on 13th January 2016, from http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

"IBSE approach in Sciences Education" Last access on 20th September 2015, from www.inquirebotany.org

Investigando la demanda cognitiva del currículo de Biología mediante las relaciones semánticas entre verbos

Alda, F. L.,* Gil, M. J.,* Rodríguez, M. J.†

**Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza. † Unidad de Fisiología. Dpto. de Farmacología y Fisiología. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.*

Correo. flaldab@gmail.com

RESUMEN

Hemos investigado la demanda cognitiva del currículo de Biología en la Enseñanza Secundaria tal y como está definida en la taxonomía revisada de Bloom. Para hacerlo hemos desarrollado una herramienta basada en las relaciones semánticas de hiperonimia e hiponimia entre los verbos que se usan para describir el currículo. Los resultados de nuestro trabajo nos han permitido comparar la demanda cognitiva de los currículos LOE y LOMCE en esa materia, así como desarrollar un procedimiento que facilita la identificación de la demanda cognitiva, y que permite su uso en procesos de diseño y análisis curricular, de pruebas de evaluación o de actividades de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave

Currículo de Biología, Taxonomía de Bloom, Relaciones semánticas, Alineación curricular, Análisis curricular

INTRODUCCIÓN

La presente comunicación procede de un trabajo de investigación más amplio que trata de estudiar las características didácticas del currículo de Biología en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Una de las características didácticas que hemos utilizado en nuestro estudio es el grado de demanda cognitiva de los elementos del currículo, tal y como son establecidos en la taxonomía revisada de Bloom (Anderson, Krathwohl, & Bloom, 2001).

Las taxonomías de objetivos educativos son herramientas diseñadas originalmente para mejorar la comunicación y la comprensión entre agentes educativos (Bloom, Engelhart, Furst, Hill, & Krathwohl, 1956). Además de este propósito primario, las taxonomías proporcionan un lenguaje común para describir los objetivos educativos, ayudan a determinar el significado concreto, en un currículo determinado, de los objetivos generales de la educación y la congruencia cursos o niveles educativos, y proporcionan un panorama general frente al que contrastar cualquier currículo particular (Krathwohl, 2002).

La asignación de un objetivo educativo a una determinada categoría taxonómica es un proceso que está lejos de ser trivial. Este procedimiento de atribución se utiliza habitualmente, por ejemplo, en los estudios de alineación curricular recurriendo al trabajo de un panel de revisores que previamente deben someterse a un periodo de formación más o menos intensivo (Webb N. L., 1999; La Marca, Redfield, & Winter, 2000;

Rothman, Slattery, Vranek, & Resnick, 2002; Porter, 2006; Näsström, 2008). Sin embargo, el uso de este procedimiento plantea algunos problemas, entre los que cabe destacar la falta de acuerdo entre los jueces ya reportada en un metaanálisis realizado por Seddon (1978). A estas dificultades, también contrastadas por nosotros durante nuestro periodo de investigación, se pueden añadir los inconvenientes reseñados por Porter (2006), para quien la validez del proceso depende del número de miembros del grupo de revisores, pero también indica que dicha validez puede incrementarse si se eliminan las opiniones de los jueces discrepantes. Davis-Becker & Buckendahl (2013) recogen inconvenientes derivados del funcionamiento de los grupos, como el hecho de que una personalidad dominante pueda arrastrar la opinión de otros miembros del grupo, si bien estos problemas se pueden solventar tomando las precauciones adecuadas, por ejemplo que los analistas trabajen individualmente y poniendo en común sus resultados.

La presente comunicación recoge solo una parte instrumental de un trabajo más amplio de análisis y comparación de los currículos de Biología en la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato (Alda, 2016), en el que la determinación de la demanda cognitiva es un elemento más que, junto a otros como la estructura del conocimiento, el grado de cobertura del dominio o la estructura vertical de los conocimientos, contribuye a describir y comparar los aprendizajes que se espera desarrollar en los alumnos a lo largo de estas etapas educativas.

MÉTODO

El procedimiento utilizado consistió en analizar las relaciones léxico-semánticas de los verbos utilizados en los currículos, en concreto sus relaciones de hiperonimia e hiponimia. Un hiperónimo es un término general que puede ser utilizado para referirse a la realidad nombrada por un término más particular o hipónimo (Ortega, Aguilar, Villaseñor, Montes, & Sierra, 2011). En el caso de la demanda cognitiva, la taxonomía revisada de Bloom está organizada en términos de hiperonimia/hiponimia. Cada categoría está definida por un verbo que posee rasgos semánticos comunes a los incluidos en ella (que son sus hipónimos), es decir el significado del verbo que define la categoría es más general que el de los verbos incluidos en ella.

Las categorías de la taxonomía revisada de Bloom incluyen solo unos pocos ejemplos de verbos hipónimos (Krathwohl, 2002), mientras que los currículos, que están escritos en un lenguaje natural, incluyen un número de verbos mucho mayor. El problema consiste, entonces, en identificar los hiperónimos de los verbos empleados en el currículo para establecer cuál es la categoría de demanda cognitiva que les corresponde.

El siguiente paso consistió en buscar un marco de referencia en el que ya estuvieran establecidas las relaciones de hiperonimia e hiponimia entre los verbos. Esa búsqueda condujo hasta WordNet, un sistema de referencias léxicas para el idioma inglés disponible a través de la red (Miller, Beckwith, Fellbaum, Gross, & Miller, 1990). La página web del proyecto (<http://wordnet.princeton.edu/>) permite la búsqueda por palabras, proporcionando información léxica sobre las mismas, incluyendo las relaciones de hiperonimia e hiponimia.

Utilizando la versión en castellano de WordNet, mantenida por la Universidad Autónoma de Barcelona (<http://grial.uab.es>) que forma parte del Multilingual Central Repository (MCR), una ontología semántica que recoge y relaciona entre sí palabras del inglés, castellano, catalán, euskera y gallego, y que incluye información sobre las relaciones semánticas entre los términos que lo forman (Atserias, y otros, 2004) se procedió a elaborar un sistema de clases jerárquicas que contuviera todos los verbos utilizados en los

currículos estudiados. Para ello, se listaron todos los verbos y se consultaron en la web del Multilingual Central Repository (<http://adimen.si.ehu.es>) en busca de sus hiperónimos directos o heredados, es decir de términos hiperónimos de sus hiperónimos. Además, esta misma consulta se realizó en la web de WordNet con los equivalentes ingleses de dichos verbos.

En el caso de los verbos no recogidos en el MCR el procedimiento que se siguió consistió en consultar el verbo correspondiente en otro repositorio más amplio, el AnCoraVerb_Es (http://clic.ub.edu/corpus/es/ancoraverb_es), que recopila un mayor número de verbos que el MCR pero que no incluye la información semántica necesaria para los fines pretendidos. Lo que sí permite AnCoraVerb es encontrar el término equivalente a cada entrada en el WordNet, de modo que en el caso de estos verbos lo que se hizo fue consultar los hiperónimos de sus equivalentes ingleses, e introducirlos en la estructura semántica según sus relaciones en ese idioma.

Finalmente, un reducido número de verbos tampoco aparecen recogidos en AnCoraVerb. En este caso se procedió a su traducción directa al inglés, y a la consulta de ese término equivalente en WordNet.

RESULTADOS

Todos los verbos utilizados como indicadores de demanda cognitiva en la taxonomía revisada de Bloom (Anderson et al., op. cit.) resultaron incluidos, en base a sus relaciones de hiponimia, en las categorías correspondientes en dicha taxonomía, con la única excepción del verbo razonar, que no presenta hiperónimos en el MCR y que, por congruencia por el modelo taxonómico, fue incluido dentro de la categoría “Comprender”.

Los otros verbos utilizados en la descripción del currículo de la materia de Biología, nuestro objeto de estudio, así como sus equivalentes en inglés, fueron incluidos en las seis categorías taxonómicas de demanda cognitiva sin mayores problemas en función de sus relaciones de hiponimia e hiperonimia. La clasificación taxonómica de los verbos del currículo se recoge en la Tabla 4 (anexo).

La clasificación así obtenida se utilizó como parte de una ontología semántica, que permite la automatización de la asignación de cualquier objetivo educativo a su correspondiente nivel de demanda cognitiva en función del verbo utilizado en su descripción. A partir de estos datos procedimos a analizar la demanda cognitiva que caracteriza a los currículos oficiales de Biología derivados de las dos últimas normas educativas: la LOMCE y el currículo LOE que ahora se sustituye. Los resultados, que se muestran gráficamente en la Figura 10. La aplicación del índice de alineación propuesto por Porter y Smithson (2001) nos lleva a concluir que ambos currículos se centran fundamentalmente en la comprensión de conceptos y que no existen diferencias significativas entre ellos en este aspecto.

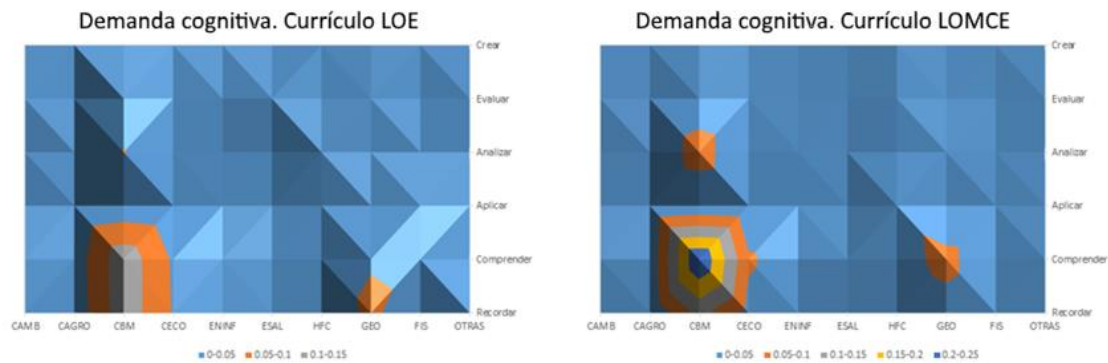


Figura 10 Comparación de la demanda cognitiva de los currículos de Biología y Geología en Enseñanza Secundaria y Bachillerato.

Nota: CAMB Ciencias Ambientales; CAGRO Ciencias Agronómicas; CBM Ciencias Biomédicas; CECO Ciencias Ecológicas; ENINF Enfermedades Infecciosas; HFC Historia y Filosofía de la Ciencia; GEO Geología; FIS Física.

DISCUSIÓN

WordNet ha sido utilizado para asignar automáticamente ítems de evaluación a una taxonomía (Jayakodi, Bandara, & Perera, 2015). Las relaciones de hiperonimia e hiponimia recogidas en esa base de datos también se han empleado para derivar de ellas taxonomías de diferentes tipos de objetos (Bordea et al., 2015; Ceesay & Hou, 2015). Nosotros hemos seguido un enfoque similar, pero utilizando verbos y partiendo de una taxonomía “natural” cuya congruencia semántica deseábamos contrastar para, a continuación, expandirla de modo automático.

En todo caso nuestro interés por WordNet es puramente instrumental. Nos ha servido como herramienta para ampliar la taxonomía renovada de Bloom, ampliando el número de verbos identificables en cada categoría, lo que nos permite atribuir de manera automática cualquier objetivo educativo, entendiendo este concepto en sentido amplio, a una categoría de demanda cognitiva, de modo que esa asignación pueda resultar explícita, común y compartida. De este modo creemos que se consigue simplificar el uso de esta herramienta en procesos tales como el diseño de currículos, actividades de enseñanza y aprendizaje o pruebas de evaluación, o en el análisis de esos mismos elementos didácticos.

En nuestro caso, la metodología propuesta ha resultado útil para describir y analizar los currículos, así como para poder comprobar el grado de alineación entre las pruebas de acceso a la Universidad y el currículo oficial de Biología en el segundo curso de Bachillerato.

REFERENCIAS

- Alda, F. L. (18 de Enero de 2016). La Biología en Enseñanzas Medias y primer curso de la Universidad: análisis de los currículos oficiales mediante ontologías semánticas. *Tesis no publicada*. Zaragoza, España: Universidad de Zaragoza.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., & Bloom, B. S. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Boston, Estados Unidos, Estados Unidos: Allyn & Bacon.
- Atserias, J., Villarejo, L., Rigau, G., Agirre, E., Carroll, J., Magnini, B., & Vossen, P. (10 de Febrero de 2004). The meaning multilingual central repository. En P. Sojka,

- K. Pala, P. Smrz, & C. Fell (Ed.), *Proceedings of the 2nd International Global WorNet Conference* (págs. 80-210). Brno, República Checa: Brno: Masaryk University. Obtenido de University of Illinois: <http://www.lsi.upc.es/~nlp/meaning>
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives Handbook 1; Cognitive Domain*. New York, Estados Unidos: David McKay Co.
- Bordea, G., Buitelaar, P., Faralli, S., & Navigli, R. (2015). Semeval-2015 task 17: Taxonomy extraction evaluation (texeval). *Proceedings of the 9th International Workshop on Semantic Evaluation*. 452, pág. 902. Denver, Colorado, Estados Unidos: The Association for Computational Linguistics.
- Ceesay, B., & Hou, W. J. (2015). NTNU: An Unsupervised Knowledge Approach for Taxonomy Extraction. *Proceedings of the 9th International Workshop on Semantic Evaluation*. (pág. 938). Denver, Colorado, Estados Unidos: The Association for Computational Linguistics.
- Davis-Becker, S. L., & Buckendahl, C. W. (2013). A Proposed Framework for Evaluating Alignment Studies. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 32(1), 23-33. doi:10.1111/emip.12002
- Jayakodi, K., Bandara, M., & Perera, I. (2015). An automatic classifier for exam questions in Engineering: A process for Bloom's taxonomy. *Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE), 2015 IEEE International Conference on*, (págs. 195-202).
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into practice*, 41(4), 212-218.
- La Marca, P. M., Redfield, D., & Winter, P. C. (2000). *State Standards and State Assessment Systems: A Guide to Alignment. Series on Standards and Assessments*. Council of Chief State School Officers. Washington, DC: ERIC.
- Miller, G. A. (1995). WordNet: a lexical database for English. *Communications of the ACM*, 38(11), 39-41.
- Miller, G. A., Beckwith, R., Fellbaum, C., Gross, D., & Miller, K. J. (1990). Introduction to wordnet: An on-line lexical database. *International journal of lexicography*, 3(4), 235-244.
- Näsström, G. (2008). Measurement of alignment between standards and assessment. *Tesis doctoral*. Umeå, Suecia: Umeå University.
- Ortega, R. M., Aguilar, C., Villaseñor, L., Montes, M., & Sierra, G. (2011). Hacia la identificación de relaciones de hiponimia/hiperonimia en Internet. *Revista signos*, 44(75), 68-84.
- Porter, A. C. (2006). Curriculum assessment. En J. Green, G. Camilli, & P. Elmore (Eds.), *Handbook of complementary methods in education research* (págs. 141-159). Washington, DC, Estados Unidos: American Educational Research Association.
- Porter, A. C., & Smithson, J. L. (2001). Are content standards being implemented in the classroom? A methodology and some tentative answers. En S. H. Fuhrman (Ed.), *From the capitol to the classroom: Standards-based reform in the states (100th Yearbook of the National Society for the Study of Education)* (Vol. 2, págs. 60-80).

Chicago, Estados Unidos: National Society for the Study of Education. University of Chicago Press.

Rothman, R., Slattery, J. B., Vranek, J. L., & Resnick, L. B. (2002). *Benchmarking and alignment of standards and testing*. Los Ángeles, Estados Unidos: Center for the Study of Evaluation, National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing, Graduate School of Education & Information Studies, University of California, Los Angeles.

Seddon, G. M. (1978). The properties of Bloom's taxonomy of educational objectives for the cognitive domain. *Review of Educational Research*, 48(2), 303-323.

Webb, N. L. (1999). Alignment of science and mathematics standards and assessments in four states. (*Research Monograph N° 18*). Madison: National Institute for Science Education.

ANEXO

Recordar	Aplicar
<u>Recuperar</u> <u>Reconocer</u> Identificar Discriminar Enumerar Nombrar Indicar, Señalar Conocer, Saber Ordenar Citar Registrar	<u>Ejecutar</u> <u>Implementar</u> Actuar Desempeñar Expresar Introducir Manejar, Utilizar Manipular Controlar Recopilar Reproducir
Comprender	Analizar
<u>Ejemplificar</u> <u>Resumir</u> <u>Comparar</u> <u>Explicar</u> Comentar Describir Representar Plantear Detallar Ilustrar <u>Interpretar</u> Abstraer Asignar Asociar, Relacionar Concluir Decidir, Determinar Destacar, Resaltar Entender Esquemmatizar, Perfilar Establecer Integrar Razonar Argumentar Calcular	<u>Diferenciar, Distinguir</u> Caracterizar <u>Atribuir</u> Definir, Especificar, Explicitar, Precisar Discernir Discutir Ensayar Examinar Investigar, Indagar Buscar <u>Organizar</u>
	Evaluar
	Comprobar Detectar Observar Criticar Apreciar, Valorar Contrastar Formular
	Crear
	Generar Planificar Producir

Estimar	Diseñar
Categorizar	Elaborar
Clasificar	Presentar
Defender	Proponer
<u>Inferir</u>	Realizar
Justificar	Conceptuar
Predecir	Redactar
Resolver	
Vincular	

Tabla 4 Verbos utilizados en la descripción de los currículos y categoría taxonómica a la que corresponden

¿Ha mejorado el conocimiento sobre la nutrición de las plantas desde los años 90? Un análisis temporal con alumnado de Primaria y Secundaria

Barrutia, O., Ruiz-González, A., Zuazagoitia, D., Goñi, E., Sukarrieta Taldea, Díez, J. R.

*Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales.
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea*

*Centro de Experimentación Escolar de Pedernales/ Sukarrietako Eskola
Saiakuntzarako Zentroa.*

oihana.barrutia@ehu.eus

RESUMEN

La nutrición de las plantas, proceso de gran trascendencia biológica y relevancia curricular, entraña una gran complejidad para el alumnado de la Educación Obligatoria. Los errores conceptuales del alumnado y la evolución en la adquisición de conocimiento han sido estudiados con profusión, pero en pocas ocasiones se han comparado estos aspectos entre diferentes periodos. En este estudio se comparó el nivel de formulación acerca de la nutrición de las plantas entre el alumnado (de los tres ciclos de la Enseñanza Primaria y primer ciclo de la Secundaria) del curso académico 1995/96 y del 2012/13 en base a sus dibujos y explicaciones. Los resultados muestran que, en general, el conocimiento se adquiere progresivamente con la edad, y que los niveles de formulación son menores en el curso 2012/2013 en comparación con los resultados obtenidos en 1995/1996.

Palabras clave

Nutrición de las plantas, dibujos, niveles de formulación, Educación Obligatoria.

INTRODUCCIÓN

La nutrición de las plantas es un tema que ha llamado la atención de la Humanidad desde tiempos antiguos, y desde el punto de vista ecológico se trata de uno de los procesos más importantes en el Planeta. Como consecuencia de su importancia, la nutrición de las plantas es considerada uno de los principales tópicos de la Educación en Biología, tanto en el curriculum de Educación Primaria (EP) como en el de Secundaria (ES). Sin embargo, la comprensión de este proceso no siempre resulta sencilla (Marmaroti y Galanopoulou, 2006), y existe un gran número de estudios que han identificado los principales errores conceptuales y las dificultades de aprendizaje relativos a esta materia (e.g., Eisen y Stavy, 1988; Barker y Carr, 1989; Köse, 2008). Por ejemplo, el malentendido más frecuente es el que se refiere a la alimentación autótrofa de las plantas, siendo una idea común entre el alumnado que las plantas obtienen su alimento del suelo (Simpson y Arnold, 1982; Kose, 2008). De hecho, la fotosíntesis es un concepto biológico complejo, con una amplia serie de aspectos conceptuales relacionados con la ecología, fisiología, bioquímica, energía o alimentación autótrofa, cuyas conexiones no pueden ser

fácilmente comprendidas por los estudiantes (González Rodríguez, Martínez Losada y García Barros, 2009). Todo esto hace que la nutrición de las plantas sea uno de los conceptos más difíciles en todos los niveles de alfabetización científica, desde la escuela hasta la universidad (*e.g.* Cokadar, 2012).

La investigación acerca de cómo avanza el aprendizaje de los estudiantes muestra la existencia de progresiones de aprendizaje de las ciencias, es decir, cómo con una instrucción apropiada, la comprensión de los conceptos básicos y explicaciones científicas crecen y se vuelven más sofisticados con el tiempo (NRC, 2007). Por ello, la comunidad de la educación científica (investigadores, científicos, desarrolladores de evaluación, formadores de profesorado y diseñadores de curricula) está interesada en el desarrollo de progresiones de aprendizaje, y muchos creen que las progresiones de aprendizaje pueden conducir a la consecución de normas más específicas, planes de estudios mejor diseñados, una mejor evaluación e instrucción y, en definitiva, a un mejor y más eficaz aprendizaje de la Ciencia (Corcoran, Mosher y Rogat, 2009).

El objetivo de este estudio es comparar las concepciones y el nivel de conocimiento sobre la nutrición de las plantas del alumnado entre los cursos académicos 1995/96 y 2012/13. Con este fin se han analizado y comparado los dibujos y las explicaciones del alumnado de los tres ciclos de EP (7/8, 9/10 y 11/12 años de edad) y del primer ciclo de ES (13/14 años), tanto de un curso académico como 18 años más tarde. Adicionalmente, el objetivo es caracterizar los elementos asociados a la nutrición de las plantas que el alumnado incorpora en cada ciclo educativo. En último término, los datos recogidos proporcionan elementos para el debate sobre la temporización más adecuada para el estudio de la nutrición de las plantas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción de participantes e instrumento de recogida de información

Entre los diferentes métodos para determinar la comprensión de conceptos científicos por el alumnado los dibujos han sido considerados como instrumentos de investigación simples que permiten una fácil comparación a nivel internacional (Prokop y Fancovicová 2006, Köse, 2008). Los dibujos realizados por el alumnado proporcionan una "ventana" hacia sus pensamientos y sentimientos, sobre todo porque reflejan una imagen de su mente (Thomas y Silk, 1990).

Los datos fueron obtenidos en el CEEP (Centro de Experimentación Escolar de Pedernales/*Sukarrieta Eskola Saiakuntzarako Zentroa*) ubicado en Sukarrieta (Reserva de la Biosfera de Urdaibai, Bizkaia), centro de referencia de educación ambiental para los centros educativos de la región. Las y los educadores de este centro trabajan durante la estancia del alumnado temas relacionados con la Educación Ambiental y con la naturaleza en particular, y habitualmente recogen las ideas del alumnado por medio de láminas en las que, mediante dibujos y explicaciones, es posible determinar su nivel de conocimiento. Desde el año 1995, en el que los resultados fueron analizados por primera vez (Gutiérrez, 1998) se emplea la misma metodología, de modo que en el curso 2012/13 se realizó nuevamente la prueba para realizar una comparativa con los datos ya publicados correspondientes al curso 1995/96. La continuidad y fidelidad en el método permitió esta comparación.

La prueba consintió en responder a la siguiente pregunta de forma gráfica y escrita: "*¿Cómo crees que se alimentan las plantas? Haz un dibujo y explícalo*". Se recogieron un total de 795 láminas correspondientes a otros tantos alumnos y alumnas de diferentes ciclos de EP y ES durante los cursos académicos 1995/96 (n= 317) y 2012/13 (n=478).

Este material fue analizado cualitativamente mediante su categorización en diferentes niveles de formulación de acuerdo a una creciente complejidad conceptual (Gutiérrez, 1998) (Figura 1), de modo que se definieron 4 niveles en base a los siguientes criterios:

NI: solo se mencionan **algunos de los elementos** (independientemente de la cantidad) que necesitan las plantas para su óptimo crecimiento y desarrollo (e.g., agua o nutrientes minerales). No se tienen en cuenta las representaciones o explicaciones que incluyen la procedencia de dichos elementos, cómo los toman las plantas o qué función cumplen (para qué les sirven).

NII: además de mencionar **algunos de los elementos** necesarios para las plantas, indican **desde dónde los captan y por dónde los toman** (por ejemplo desde el suelo mediante las raíces). Sin embargo no se incluyen las representaciones que integran la toma de los elementos en los procesos fisiológicos/bioquímicos de las plantas.

NIII: expresan parcialmente el proceso de fotosíntesis (no en su totalidad) e incluyen varias partes de las plantas en el proceso de nutrición (e.g., raíces y hojas).

NIV: reproducciones que reflejan el carácter autótrofo de las plantas, integrando todos los elementos que intervienen en el proceso.

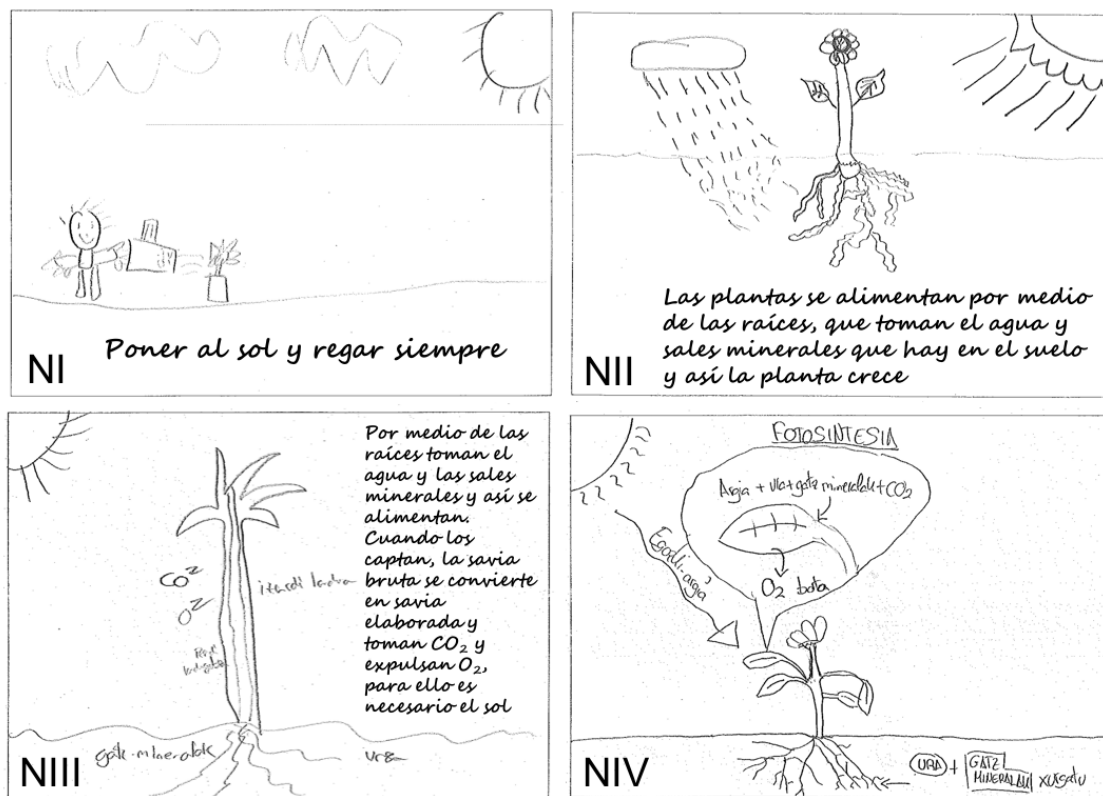


Figura 1. Ejemplo de las representaciones de niños de 7 a 13 años sobre la nutrición de las plantas. Dibujos categorizados en diferentes niveles de acuerdo a una creciente complejidad conceptual (NI, NII, NIII y NIV).

Estas categorías demostraron ser útiles para identificar las ideas del alumnado sobre la nutrición de las plantas y su evolución a diferentes edades (Gutiérrez, 1998) e incorporan de manera implícita los principales errores conceptuales asociados a la nutrición de las plantas. Adicionalmente, en el caso de las láminas del curso 2012/13 se tomó nota de los elementos y procesos que aparecen en los dibujos y textos explicativos del alumnado con el fin de estudiar una posible evolución en sus representaciones.

Análisis estadísticos

Con el propósito de evaluar la explicitación de las ideas en torno a la nutrición de las plantas se analizaron las posibles diferencias existentes dentro y entre cada periodo de estudio (*i.e.* 1995/96 y 2012/13). En primer lugar se comprobó la homogeneidad de las muestras según el test de Kolmogorov-Smirnov, el cual descartó el ajuste de los datos a una distribución normal. A continuación se aplicó la prueba de rangos de Kruskal-Wallis para comparar más de dos grupos de muestras independientes con el objetivo de determinar si existían diferencias significativas entre los cuatro ciclos educativos, dentro y entre los dos periodos objeto de estudio (*i.e.* 1995-96 y 2012-13). Posteriormente, mediante la prueba U de Mann-Whitney, se verificó si existían diferencias significativas al comparar los diferentes ciclos educativos por pares dentro (p. ej. EP1_1995/96 *vs.* EP2_1995/96) y entre (p. ej. EP1_1995/96 *vs.* EP1_2012/13) los dos periodos objeto de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mediante la prueba de Kruskal-Wallis indicaron que existen diferencias significativas en los niveles de formulación ($p < 0.001$) entre los diferentes ciclos, tanto en el curso 1995/96 como en el 2012/13. Por otro lado, y mediante la misma prueba, se verificó que existían diferencias significativas al comparar los dos periodos objeto de estudio (*i.e.* 1995/96 *vs.* 2012/13).

La comparación entre pares mediante la prueba de U-Mann Whitney para los ciclos EP1, EP2, EP3 y ES1 dentro de cada periodo analizado, mostró que existen diferencias significativas en todos los casos ($p < 0.05$) menos la comparativa correspondiente a los ciclos EP3 y ES1 del curso 1995/96 ($p = 0.211$). La comparación de los niveles de formulación entre ciclos dentro de cada periodo muestra una tendencia positiva desde EP1 hasta ES1 (Figura 2a), lo que sugiere que el nivel de conocimiento se va adquiriendo progresivamente con la edad en ambas cohortes.

La comparación por parejas entre mismos ciclos para los diferentes periodos analizados (1995/96 *vs.* 2012/13) mediante la prueba de U-Mann-Whitney mostró que existían diferencias significativas en todos los casos ($p < 0.05$). Los niveles de formulación resultaron ser más bajos para el periodo 2012/13, a excepción de la comparativa EP2_1995/96 *vs.* EP2_2012/13 donde los resultados indicaron una tendencia inversa, siendo los valores del periodo 2012/13 mayores que los del 1995/96 (Figura 2a).

Estos resultados sugieren que en las dos últimas décadas, a pesar del avance registrado en el conocimiento, las técnicas de enseñanza y los recursos disponibles, el conocimiento sobre la nutrición de las plantas no ha mejorado. De hecho constituye uno de los temas más complejos de la Educación de las Ciencias, y varios trabajos han detectado en estudiantes de todos los niveles educativos que el conocimiento sobre esta materia es limitado y que acumulan multitud de concepciones alternativas (Köse, 2008). La inadecuada formación del profesorado, así como la metodología empleada en el aula o los textos utilizados pueden ser parte de la causa de este fracaso. En el caso concreto de la nutrición de las plantas, como ya indicó Cañal (1997), sigue fallando una visión global de lo que se está enseñando y una opción didácticamente fundamentada (y de planteamiento constructivista) que oriente la selección de los contenidos teniendo en cuenta su relevancia. En este sentido, trabajos recientes han remarcado la necesidad de plantear la enseñanza desde una perspectiva progresivamente más compleja, sugiriendo para ello la evolución de modelos (García Rovira, 2005; González Rodríguez, García-Barros y Martínez-Losada 2009). Para ello necesitamos definir la columna vertebral

conceptual que permite el conocimiento de los estudiantes, y así poder avanzar hacia concepciones científicas cada vez más complejas y exitosas (Mohan, Chen y Anderson, 2009).

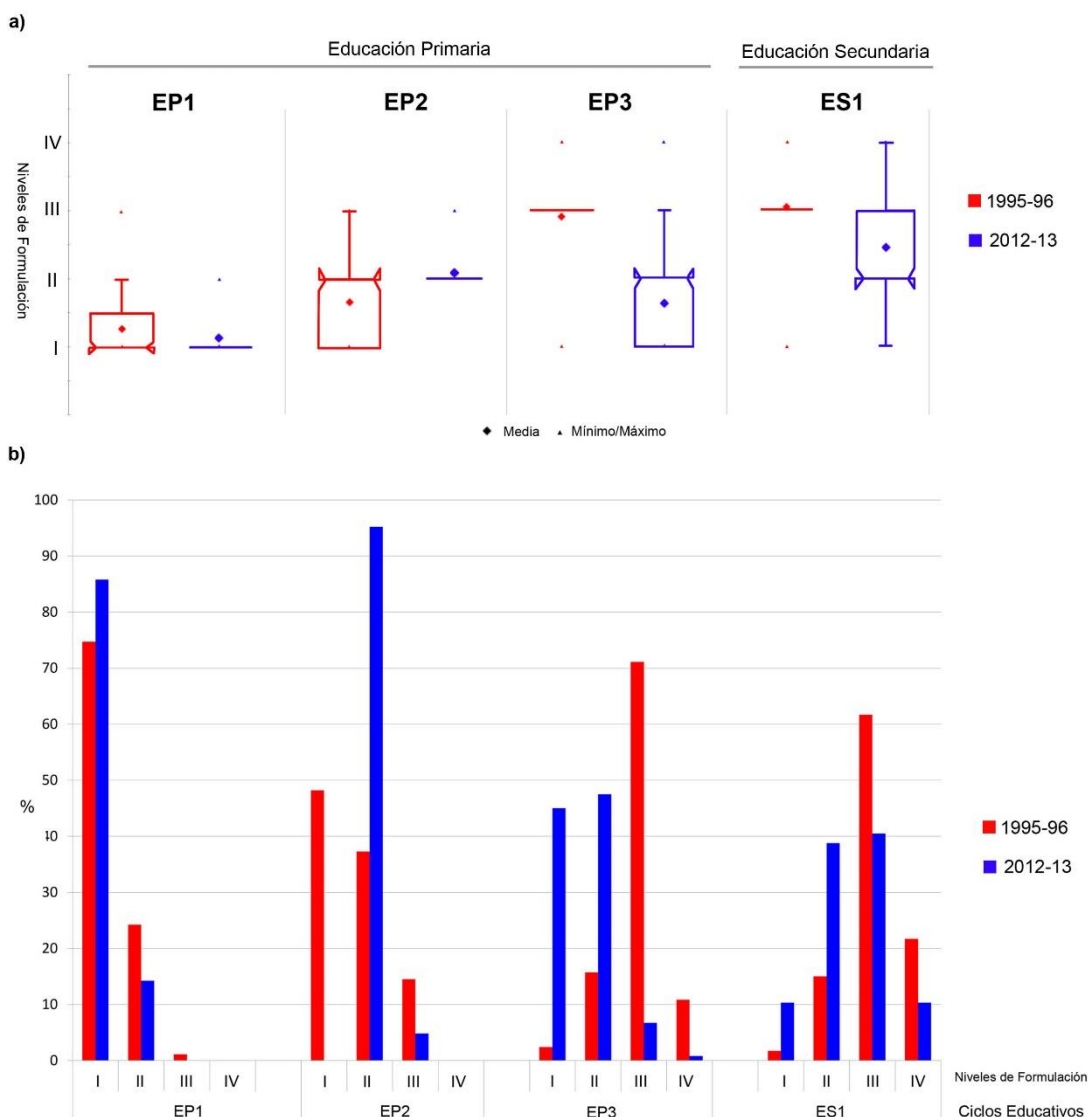


Figura 2. (A) Comparación de los niveles de formulación obtenidos en los diferentes ciclos educativos de Educación Primaria (EP1, EP2 y EP3) y Secundaria (ES1) para los periodos de 1995-96 y 2012-13. (B) Porcentaje de los niveles de formulación obtenidos en el alumnado de Educación Primaria (EP1, EP2 y EP3) y Secundaria (ES1) durante los cursos académicos 1995/96 y 2012/13.

De todas formas, estos resultados no solo reflejan que el conocimiento relativo a la nutrición de las plantas no ha mejorado, sino que pueden llegar a sugerir que ha habido cierto retroceso en este sentido durante las dos últimas décadas en la mayoría de las etapas de educación obligatoria estudiadas. Precisamente una de los elementos académicos que diferencia a ambas cohortes (1995/96 y 2012/13) es el hecho de que estudiaron bajo diferentes sistemas educativos. El alumnado del curso 1995/1996 realizó prácticamente todos sus estudios regidos por el currículo de la LOGSE (Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo de España 1/1990), mientras que los encuestados en 2012/2013 habían cursado Educación Primaria bajo la LOE (Ley Orgánica de Educación, 2/2006). Bajo cada una de estas reformas, la Educación Primaria y Secundaria respondía

a diferentes principios. Durante la LOGSE estas etapas educativas se vinculaban sobre todo al aprendizaje de contenidos, mientras que la LOE abogaba por el desarrollo de competencias, elemento curricular implantado por primera vez por esta reforma.

En cualquier caso, sería muy temerario extraer conclusiones sobre la implicación de esta normativa en el aprendizaje del concepto de la nutrición de las plantas en base a unos pocos centenares de dibujos y explicaciones. Más aún si recordamos que, como han manifestado diversos autores (*e.g.*, Escudero, 1999; Calvo y Martín, 2005; Coll y Porlán, 1998; García, 2002; Gil, Furió y Gavidia, 1998; Pro, 2006; Pro, Sánchez y Valcárcel, 2008...), cualquier reforma termina siendo lo que creen, piensan y hacen los profesores en las aulas y en sus centros.

En la Figura 2b aparece de forma desglosada el nivel de formulación observado en cada periodo de estudio para los diferentes ciclos educativos. En el 1^{er} ciclo de EP, el alumnado correspondientes a ambos cursos académicos solo menciona los elementos básicos necesarios para el crecimiento de las plantas (agua, suelo...). La mayoría (alrededor del 75%) se correspondió con un nivel de formulación básico (nivel I), y aproximadamente un 20% con un nivel II, ya que mencionaban desde dónde y cómo tomaban las plantas los elementos citados. Además, según se infiere del análisis de las representaciones gráficas del 2012/13, a esas edades casi la mitad del alumnado relacionaba la toma de agua de las plantas con el riego (y no con el agua presente en el suelo), y la presencia de personas en los dibujos y/o explicaciones era más elevada que a cualquier otra edad. Asimismo, a la edad de 7 años, un 10% del alumnado que tomó parte en 2012/13 afirmaba que las plantas “beben”. Adicionalmente representaban las plantas a modo de una flor sin hojas (45%) y creciendo en tiestos (10%).

Ya en el 2^o ciclo de la EP se observa una progresión y aparecen niveles más elevados sobre el concepto de nutrición de las plantas, ya que algunos niños y niñas (alrededor del 10%) muestran una noción incipiente de la fotosíntesis (nivel III). Por ejemplo, algunos mencionan el intercambio de gases de manera muy básica e incluso incluyendo errores conceptuales, “*Captan dióxido de carbono por las raíces y con la ayuda del sol expulsan oxígeno*”. De hecho existe una persistencia en los errores conceptuales, que básicamente no se han modificado en las dos últimas décadas, la mayoría de ellos relacionados con la fotosíntesis y la respiración (Cañal, 1997; González-Rodríguez *et al.*, 2009). Llama la atención que no se identificara el nivel más básico (nivel I) en los estudiantes del curso 2012/13, pero sí en los del 1995/96, aunque en menor proporción que en EP1. La mayoría de las expresiones gráficas de los estudiantes de 2^o ciclo de la EP (9-10 años) correspondientes al curso 2012/13 presentaba un nivel de formulación II. Atendiendo a los elementos y explicaciones de los dibujos y sus respectivas explicaciones del 2012/2013, el riego como fuente de agua para las plantas va perdiendo importancia (aparece en un 18% de las láminas), así como la presencia de personas (9%), los tiestos (6%) y la representación de flores sin hojas (28%). En cambio aumentó la presencia de otros elementos (*e.g.*, minerales, 23%) y aparecieron nuevos como el dióxido de carbono (16%), el oxígeno (13%), la savia bruta y elaborada (1%) y procesos (fotosíntesis 9%).

En el 3^{er} ciclo de EP la mayoría del alumnado estudiado del curso 1995/16 presentaba un nivel de formulación medio-alto (nivel III), mientras que el alumnado del 2012/13 básicamente se dividía entre los niveles I y II, manifestando un retroceso en la progresión. En este ciclo aparecen las primeras láminas categorizadas en el nivel superior IV, sobre todo en los niños y niñas del curso 95/96 (11%), el cual refleja una adecuada comprensión del carácter autótrofo de las plantas. En este último ciclo de Primaria va cobrando más fuerza la presencia de elementos como el dióxido de carbono, la savia o los minerales, y

un 14% de los encuestados en el 2012/2013 citan o intentan describir, al menos en parte, el proceso de fotosíntesis.

Finalmente, entre las expresiones gráficas del alumnado de ES (13-14 años) aparecen todos los niveles de formulación, pero en los del curso 1995/96 predomina el nivel III (62%) y el IV (22%), y en los del 2012/2013 el nivel II (39%) y el III (40%). De nuevo, es mayor el porcentaje de alumnos de 1995/96 que muestra un nivel conceptual de IV (el doble que los del 2012/2013). A estas edades, primer ciclo de la ES, aproximadamente la mitad del alumnado del 2012/2013 intentó explicar el proceso de fotosíntesis (53%), un 61% representaba las plantas con flor provistas de hojas, un 32% incluía el dióxido de carbono, un 20% el oxígeno, un 15% la savia elaborada, un 12% la savia bruta y un 5% la clorofila.

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que, en general, el nivel de comprensión era pobre en cualquier periodo analizado y que los errores conceptuales son muy comunes en cualquier nivel educativo analizado. Resultados similares fueron detectados por Kose (2008), quien subraya la importancia de la buena formación del profesorado en cualquier nivel educativo. Junto a esta necesidad, la correcta secuenciación de los contenidos (González-Rodríguez *et al.*, 2009), la motivación y el aprendizaje basado en secuencias didácticas e implementando prácticas de laboratorio han de guiar el proceso de enseñanza/aprendizaje del modelo relativo a la nutrición de las plantas, proceso complejo, abstracto y fundamental.

BIBLIOGRAFÍA

- Barker, M. y Carr, M. (1989). Teaching and learning about photosynthesis. Part 1: An assessment in terms of students' prior knowledge. *International Journal of Science Education*, 11, 49-56.
- Calvo, M.A. y Martín, M. (2005). Análisis de la adaptación de los libros de texto de ESO al currículo oficial, en el campo de la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 17-32.
- Cañal, P. (1997). La fotosíntesis y la «respiración inversa» de las plantas: ¿un problema de secuenciación de los contenidos? *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales* 14, 21-36.
- Cokadar, H. (2012). Photosynthesis and Respiration Processes: Prospective Teachers' Conception Levels. *Education and Science*, 37(164), 81-93.
- Coll, C. y Porlán, R. (1998). Alcance y perspectivas de una reforma educativa: la experiencia española. *Investigación en la Escuela*, 36, 5-29.
- Corcoran, T.B, Mosher, F.A., y Rogat, A. (2009). *Learning Progressions in Science: An Evidence-Based Approach to Reform*. Philadelphia, PA: Consortium for Policy Research in Education.
- Eisen, Y. y Stavy, R. (1988). Students' understanding of photosynthesis. *The American Biology Teacher*, 50(4), 209-212.
- Escudero, J.M. (1999). Diseño, desarrollo e innovación del currículo. Madrid: Síntesis.
- García, J.E. (2002). La cultura de la superficialidad y las dificultades para el cambio profesional asociadas a las motivaciones e intereses de los estudiantes. *Investigación en la Escuela*, 47, 5-16.
- Gil, D., Furió, C., y Gavidia, V. (1998). El profesorado y la reforma educativa en España. *Investigación en la Escuela*, 36, 49-64.

- González-Rodríguez, C., García-Barros, S., y Martínez-Losada, C. (2009). Plant nutrition in Spanish secondary textbooks. *Journal of Biological Education*, 43(4), 152-158.
- García Rovira, M.P. (2005). Los modelos como organizadores del currículo en biología. *Enseñanza de las Ciencias. Número Extra. VII Congreso*, pp. 1-6.
- Gutiérrez, JM. (Coord.). (1998). *Ideas previas y Educación Ambiental*. CEEP. Gobierno Vasco. Bilbao Bizkaia Kutxa. Bilbao.
- Köse, S. (2008). Diagnosing student misconceptions: using drawings as a research method. *World Applied Sciences Journal*, 3(2), 283-293.
- Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo. BOE nº 238, de 4 de octubre de 1990.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. BOE nº 106, de 4 de mayo de 2006.
- Marmaroti, P. y Galanopoulou, D. (2006). Pupils' understanding of photosynthesis: A questionnaire for the simultaneous assessment of all to their science literacy. *International Journal of Science Education*, 28(4), 383-403.
- Mohan, L., Chen, J., y Anderson, C. W. (2009). Developing a multi-year learning progression for carbon cycling in socio-ecological systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 675-698.
- Pro, A. (2006). Perfil de la reforma LOGSE y perfil de uso. Los fundamentos de los proyectos curriculares de Física y Química en centros de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(3), 337-356.
- Pro, A., Sánchez, G., y Valcárcel, M.V. (2008). Análisis de los libros de texto de Física y Química en el contexto de la Reforma LOGSE. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), 189-206.
- Prokop, P. y Fancovicová, J. (2006). Students' ideas about the human body: Do they really draw what they know? *Journal of Baltic Science Education*, 2(10), 86-95.
- Simpson, M. y Arnold, B. (1982). The inappropriate use of subsumers in biology learning. *European Journal of Science Education*, 4(2), 173-182.
- Thomas, G.V. y Silk, A.M.J. (1990). *An introduction to the psychology of children's drawings*. Hemel Hempstead: Harvester Wheat Sheaf.

Educación ambiental: fotosíntesis y respiración

Carrasquer, B., Ponz, A.,¹ Álvarez, M. V.¹

¹*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza.*

valvarez@unizar.es

RESUMEN

Para poder comprender qué es el calentamiento global y su repercusión en nuestras vidas y en la del planeta es fundamental, entre otras cosas, valorar la importancia de la fotosíntesis. Los problemas de aprendizaje acerca de la producción de materia orgánica en la Tierra han sido trabajados desde hace décadas, pero las políticas educativas, los nuevos planteamientos de mejora o las metodologías de enseñanza no tienen en consideración los obstáculos ya demostrados por los estudios teóricos que indican esas deficiencias en la educación. Sin embargo los problemas ambientales relacionados con el cambio climático siguen vigentes y se habla de la necesidad de una educación ambiental, pero habitualmente alejada de los mínimos conocimientos científicos considerados instrumentos cognitivos fundamentales. En este trabajo se plantea una metodología de autoaprendizaje para docentes de Educación Primaria, que les permita seleccionar recursos y contenidos adecuados para facilitar la interpretación de lo que sucede en el medio.

Palabras clave

Fotosíntesis, materia orgánica, cambio climático, Educación Ambiental, Uve de Gowin

INTRODUCCIÓN

En la segunda mitad del siglo pasado los planteamientos educativos comenzaron a tomar un nuevo rumbo merced a los diversos movimientos europeos en los que se utilizaban como eje vertebrador los contenidos relativos al medio, considerándose éste, un contexto cercano, familiar y que podría ser más significativo para los estudiantes.

Con estos nuevos planteamientos se pretendía contextualizar los contenidos trabajados en la escuela, utilizando una realidad social conocida por el alumnado, facilitando así la educación, la participación social en el propio medio y la comprensión e interés por otros ambientes culturales, educando desde la crítica y el respeto. También llegó a las aulas la Educación Ambiental, como una necesidad política ante el deterioro del ambiente debido al progreso industrial y desarrollo social. Se pretendió que este planteamiento sin contenidos curriculares propios, ni horario concreto *impregnara* la escuela. Se quería alcanzar una educación de los ciudadanos que los capacitase para tener opiniones propias y ser capaces de tomar decisiones acerca de problemas locales, pero también globales, no quedándose su formación circunscrita a conocimientos disciplinares. Lo aprendido por los estudiantes les debía permitir utilizarlo para resolver los problemas de su entorno cultural, por lo que la comprensión científica del medio, junto con el resto de contenidos de otras disciplinas complementaría la conceptualización necesaria (Del Carmen, 1990, 53).

De la misma manera, el Ministerio de Educación había insistido acerca de que las disciplinas científicas “proporcionan las claves de interpretación y los instrumentos cognitivos más poderosos para comprender la realidad”, siendo sus contenidos decisivos

para analizar “las múltiples dimensiones que configuran el medio” (MEC, 1989, 98). Pero por otra parte también había que tener presente que estos contenidos no debían de entenderse como el objetivo de aprendizaje en sí mismos, sino como un instrumento más para la interpretación de lo que sucede a nuestro alrededor.

Ateniéndose a éstas consideraciones uno de los contenidos científicos precisos para interpretar los acontecimientos ambientales que suceden en la Tierra es la producción de materia orgánica por los seres autótrofos, su combustión (química o biológica) y su influencia en el calentamiento de la atmósfera. Por otra parte éste es uno de los problemas ambientales que más a menudo aparecen en los medios de comunicación.

En este trabajo y una vez justificados, a modo de ejemplo, la elección de unos contenidos concretos relacionados con la fotosíntesis, se presentan las primeras valoraciones de un proyecto que experimenta con una herramienta de autoaprendizaje, la Uve de Gowin (Novak y Gowin, 1988), que pudiera servir para ofrecer a los estudiantes de Magisterio una posibilidad de recuperar de forma autónoma y mediante tutorización, aprendizajes necesarios para completar su formación.

OBJETIVOS

Este estudio pretende definir y diseñar metodologías que permitan a los estudiantes de Magisterio autorregular el desarrollo de las competencias que debieran alcanzar para poder abordar su trabajo docente.

Una vez recabada información que permite afirmar que algunos estudiantes de Magisterio no alcanzan los conocimientos previos (en conceptos y procedimientos) necesarios para abordar la enseñanza en diversas materias, se investiga una metodología que les permita dirigir su autoaprendizaje hacia los contenidos que ellos consideren prioritarios.

Se espera mejorar el conocimiento sobre el nivel de competencias que, respecto a diversas áreas, presentan los estudiantes de Magisterio de la Universidad de Zaragoza y asimismo iniciar la verificación de las herramientas seleccionadas para aplicarlas en contenidos concretos de modo experimental. Los resultados y conclusiones que se obtengan serán también de interés para los órganos gestores de estas titulaciones.

ANTECEDENTES

Durante el curso 2014-15 se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas (Universidad de Zaragoza) un proyecto de innovación en el que se puso de manifiesto que el alumnado de los Grados de Magisterio presenta problemas importantes en cuanto a los conocimientos de diversas disciplinas, lengua, matemáticas, inglés y ciencias experimentales (Ponz, Carrasquer, Álvarez, Laguna, Esterán, Górriz y Carrasquer, en prensa).

El modelo de educación por competencias obliga primeramente al profesorado a enseñar y en una segunda instancia, al alumnado, a adquirir competencias que permitan el desarrollo continuado de su formación a lo largo de la vida, en el contexto de unas sociedades que exigen el aprendizaje de conocimientos cambiantes. Este planteamiento implica forzosamente disponer de una actitud positiva hacia el aprendizaje y hacia la propia evaluación del mismo. Es decir, se deben facilitar a los/as estudiantes las herramientas que les permitan hacer frente a sus necesidades formativas. Y en este proceso de aprendizaje, adquiere un valor todavía más importante la evaluación, que ha de entenderse vinculada no solo con el proceso de recogida de información y su valoración, sino que también la información recabada ha de dar pie a su análisis y a una

toma de decisiones que redundará en nuevas actuaciones (Polanco, 2010). Sobre la autorregulación del aprendizaje se ha generado mucha bibliografía en los últimos años (Rosário, Pereira, Högemann, Nunes, Figueiredo, Núñez, Fuentes y Gaeta, 2014).

Es decir, se considera que el futuro graduado en magisterio ha de adquirir la consciencia de las necesidades formativas que conlleva el desarrollo de su profesión de maestro/a y ha de tener una actitud favorable al aprendizaje, siendo conocedor, asimismo, de que esos conocimientos son necesarios para un correcto desarrollo de su importante labor profesional.

También habrá que tener presente lo que recomienda la ANECA (2005, p.194): “El futuro profesor o profesora necesita poseer: [...] un conocimiento completo de la materia o materias que deba enseñar, así como la capacidad de realizar diseños disciplinares e interdisciplinares coherentes”.

Entre las actividades realizadas en la asignatura del grado de Magisterio Educación Primaria, Aspectos Biológicos Geológicos del Conocimiento del Medio, se han llevado a cabo actividades de lectura y comprensión de textos científicos históricos en los que los autores describen experimentos con los que demuestran sus explicaciones de acontecimientos observados y que pueden facilitar la réplica de prácticas adaptadas para los/as estudiantes de Educación Primaria. Por ejemplo en el texto de Duhamel de Monceau (1772, 238), previa a sus explicaciones acerca de la capilaridad y transpiración, plantea una analogía entre las raíces de las plantas y las *venas lácteas* (intestinales), indicando que la digestión de los alimentos, en el caso de las plantas se realiza en el suelo. Trabajado este texto en el aula y preguntados los estudiantes acerca de si el autor y los investigadores de su época conocían qué era la fotosíntesis, ningún estudiante encuentra en el fragmento indicado, argumentos válidos para responder negativamente. Este resultado se considera relevante dado que la pregunta y la respuesta se realizan trabajando en grupo, con los apuntes de clase y medios informáticos disponibles para acceder a más información. También es cierto que la dificultad de la pregunta aumenta al estar realizada en una “nueva situación” no planteada hasta ese momento (Sanjosé y Torres, 2010, 6), pero se podría estar poniendo de manifiesto que no existe, en este grupo de estudiantes de Magisterio, un aprendizaje funcional acerca de la producción de materia orgánica por los organismos autótrofos. Diagnosticada esta posible deficiencia en el aprendizaje se decidió incidir en los contenidos implicados.

MARCO TEÓRICO

Desde el punto de vista didáctico, en los años ochenta del siglo pasado comenzaron a realizarse trabajos de investigación para detectar los posibles obstáculos en el aprendizaje de determinados contenidos de Ciencias Experimentales. Algunos de estos contenidos tenían que ver con la fotosíntesis y la respiración de las plantas (Astudillo y Gene, 1984).

Muchos trabajos posteriores han estudiado las dificultades en el aprendizaje de estos conceptos. Algunos de ellos son los de Cañal (1990; 1992; 1997), Charrier, Cañal y Rodrigo (2006) y Figueroa (2012). Sanjosé y Torres (2010) recuerdan la necesidad de que se sigan teniendo en cuenta las investigaciones acerca de las ideas preconcebidas de los estudiantes a la hora de plantear los contenidos por parte del profesorado.

En la actualidad es inevitable que en las aulas y en el marco de las materias que se estime oportuno (transversalmente) se trabaje la Educación Ambiental. Una parte relevante de ésta es el efecto invernadero, el calentamiento global y todos aquellos desajustes y problemas que ocasionan en el funcionamiento terrestre, tales como la migración de personas o la producción de alimentos entre otros aspectos.

La explicación científica de los cambios en la climatología del planeta se fundamenta en una alteración de la composición atmosférica lograda hace miles de millones de años por causas naturales físico-químicas y biológicas, que permitió la aparición de la vida en la Tierra y el desarrollo de determinadas especies de vegetales, que colaboraron en gran medida para alcanzar las actuales condiciones ambientales idóneas para el desarrollo de los seres vivos. La comprensión del concepto de sumidero biológico de CO₂, que incluye a los vegetales vivos, a parte del suelo y los yacimientos de combustibles fósiles, es fundamental para poder analizar la complejidad de funcionamiento del medio. Una de las dimensiones importantes a tener en consideración es el proceso de la fotosíntesis y todos los factores que le afectan (Azcón-Bieto, Fleck, Aranda y Gómez-Casanovas, 2008; Pimienta-Barríos, Robles-Murguía, Carvajal, Muñoz-Urías, Martínez-Chávez y León-Santos, 2014).

Respecto a la metodología a utilizar para que el alumnado de Magisterio trabaje sobre estos contenidos (u otros) de forma autónoma, se propone el Aprendizaje Basado en Problemas, ABP (Vizcarro y Juárez, 2008) y la presentación de los resultados con la elaboración de Uve(s) de Gowin (Novak y Gowin, 1988), donde queda resumida y estructurada su respuesta al problema planteado inicialmente (Flores, 2010).

METODOLOGÍA

Una vez detectada la necesidad de profundizar en el conocimiento de procesos como la fotosíntesis que afectan al calentamiento global y que se enmarcan dentro de la Educación Ambiental como contenido transversal, se quiso ratificar las deficiencias en los conocimientos. Para ello se utilizó la encuesta publicada por Astudillo y Gene (1984) con un grupo de estudiantes de Magisterio Educación Primaria (Tabla 1).

Posteriormente para probar la eficacia de las herramientas de autoaprendizaje se trabajó con sesenta y dos estudiantes de la asignatura de tercer curso Didáctica del medio Biológico Geológico. Inicialmente se les facilitó información acerca de la metodología que se iba a seguir y se les presentaron las herramientas, ABP, mapas conceptuales y la Uve de Gowin (Novak y Gowin, 1988). A partir de ese momento los grupos de estudiantes trabajaron de forma autónoma con tutorización del profesorado durante un tiempo presencial de ocho horas de clase.

Caso de estudio

El problema planteado fue: ¿Qué debe saber un/a maestro/a de Educación Primaria para abordar la enseñanza de la fotosíntesis con sus estudiantes?

La definición del problema expuesto a los estudiantes de Magisterio fue concretado por cada grupo en preguntas, entre una y tres, que fueron en núcleo central de las Uves, en las que ordenaron la información obtenida y se presentaron los resultados.

Con la utilización del ABP y la Uve, el/la estudiante de Magisterio ha de llevar a cabo una reflexión acerca de qué es ciencia y su naturaleza, a la vez que ha de seleccionar y madurar determinados contenidos para dar respuesta a las preguntas planteadas.

Para valorar la satisfacción del trabajo de los estudiantes se utilizó la encuesta sobre el uso de la Uve en la enseñanza creativa de Chrobak y Prieto (2010) modificada.

1. Enumera todos los factores que consideres imprescindibles para que se realice el proceso de la fotosíntesis de las plantas verdes. 2. Enumera los productos resultantes del proceso fotosintético. 3. Marca con una X las afirmaciones que consideres falsas: <input type="checkbox"/> La fotosíntesis es en las plantas el proceso equivalente a la respiración de los animales <input type="checkbox"/> Las plantas mientras realizan la fotosíntesis, no respiran. <input type="checkbox"/> Las plantas realizan la fotosíntesis durante el día y respiran por la noche		
	Astudillo y Gene (1984)	2016
	%	%
Factores no considerados imprescindibles para la fotosíntesis		
Luz	13,4	4,2
CO ₂	33,4	60,4
Clorofila	41,4	89,6
Agua	74,7	33,3
Sales minerales	89,4	72,9
Productos no considerados como resultantes de la fotosíntesis		
Oxígeno	28,0	39,6
Hidratos de Carbono	70,7	93,8
Energía (ATP)	80,0	95,8
Productos considerados erróneamente como resultantes de la fotosíntesis		
Agua	28,0	6,3
CO ₂	21,3	39,6
Consideran correcta la afirmación		
1	60,0	54,2
2	32,0	16,7
3	46,0	56,3

Tabla 1: Cuestionario, tomado de Astudillo y Gene (1984) y comparación de sus resultados con los actuales de estudiantes de Magisterio Educación Primaria (2016). Se muestran los porcentajes de error de las respuestas dadas por los estudiantes.

RESULTADOS

La comparación de los resultados de la prueba de Astudillo y Gene (1984), pone de manifiesto una cierta similitud de porcentajes en el grupo de estudiantes de hace más treinta años de la Universidad de Lérida y los obtenidos en la actualidad por los estudiantes de la Universidad de Zaragoza. Es de destacar que aumenta el porcentaje de estudiantes que consideran la luz y el agua como necesarios y sin embargo, aquellos otros factores que necesitan una capacidad de abstracción un poco mayor, como la comprensión de que la materia está formada por átomos de diferentes elementos y que la materia puede contener energía transformable químicamente (hidratos de carbono) ha empeorado. Un concepto, la clorofila, prácticamente ha desaparecido en este grupo. De la misma manera, el dióxido de carbono, es descartado como necesario para la fotosíntesis en un gran número de encuestados (Tabla 1).

Respecto a la valoración del uso de la Uve de Gowin, se ha llevado a cabo una primera revisión de las encuestas realizadas por los estudiantes y todavía no completadas (realizadas por cuarenta y dos estudiantes). Señalan como primeros argumentos de la utilidad de la Uve: Que es útil para entender los aspectos metodológicos en el aula (15,4%); que les ayuda a mejorar las habilidades académicas (14,6 %); que son herramientas con las que pueden trabajar de forma interdisciplinar (13,0 %) y que los contenidos trabajados son interesantes (10,6 %).

Asimismo, en esta primera fase de valoración consideran que las Uves *ayudan a los estudiantes* a tomar responsabilidad sobre su propio aprendizaje (95,2 %); a participar activamente en la construcción del conocimiento (90,5 %); a integrar los distintos aspectos que conforman el conocimiento (88,1 %) y a trabajar en grupos de forma colaborativa (83,3 %).

En lo que concierne al *profesorado y cómo ayuda* la utilización de las Uves indican que orienta la falta de conocimientos y habilidades hacia la mejora y a la evaluación formativa (95,2 %); compromete a los/as estudiantes a identificar necesidades de aprendizaje, investigar, aprender, aplicar y resolver problemas (95,2 %); ayuda a actuar como facilitador/a, orientador/a, tutor/a, guía o asesor/a (90,5%); compromete a los/as estudiantes a participar activamente en la resolución de problemas (90,5 %) y a interactuar con los/as estudiantes, quienes ofrecen retroalimentación (88,1 %).

Concretamente sobre los contenidos trabajados acerca de la fotosíntesis los/as estudiantes indican que les ha ayudado a diferenciar lo que son juicios de valor y afirmaciones de conocimiento (97,6 %); a conocer y a aceptar deficiencias en su conocimiento (90,5 %); les ha ayudado a comprender o a aprender contenidos de biología (86,0 %) y también a aprender a seleccionar contenidos de enseñanza (80,95 %).

Las uves elaboradas por los estudiantes no recogieron ni contenidos metodológicos ni ideas previas de los estudiantes que debieran tenerse en consideración. Se centraron en los relacionados con las ciencias, no valorando la necesidad de tener presentes también los aspectos pedagógicos.

CONCLUSIONES

Respecto al conocimiento del proceso de la fotosíntesis y según los resultados obtenidos con el grupo de estudiantes motivo de este trabajo, no difiere sustancialmente de los observados en el trabajo de Astudillo y Gene (1984), lo que pone de manifiesto que ha de seguir vigente el consejo de llevar a cabo actividades que subsanen las deficiencias. La importancia de la propia comprensión de los fenómenos por el futuro profesorado y por tanto su responsabilidad en el incorrecto aprendizaje, hace fundamental que se atajen estas dificultades en la propia formación inicial.

Si por una parte hay suficientes estudios acerca de las ideas preconcebidas de los estudiantes que no son acordes al conocimiento científico, parece necesario que éstos sean contenidos que debieran trabajarse también en la formación de maestros/as. Y asimismo sería necesario continuar con estudios similares sobre éstos y otros conceptos biológicos y en diferentes etapas educativas, con el objetivo de analizar posibles factores que estén perjudicando en su aprendizaje, independientemente de otras tendencias consideradas más actuales en la didáctica.

En lo relativo a los contenidos seleccionados para este trabajo, se cree que son fundamentales para comprender muchos de los aspectos que se engloban dentro de la denominación genérica de Educación Ambiental. Se piensa que es muy difícil interpretar determinados acontecimientos sociales a nivel mundial sin valorar previamente cuáles son los comportamientos individuales, pero también y con mayor repercusión, el poder de las grandes empresas multinacionales con un poder económico y *también político*, desmedido.

En lo concerniente a las herramientas didácticas utilizadas, los primeros resultados, todavía parciales, ponen de manifiesto una tendencia optimista a su eficacia, al menos si se tiene en cuenta el interés del alumnado de Magisterio en su utilización, siempre siendo

conscientes de las dificultades encontradas por los estudiantes en la comprensión de la estructura de la Uve de Gowin; probablemente por no haberla utilizado previamente. La superación de esta dificultad tendría que traer como consecuencia alcanzar uno de los objetivos de cualquier actividad de enseñanza: conseguir en el alumnado la voluntad de aprender.

Según estos primeros resultados se valora positivamente la tendencia en la opinión de los estudiantes en la eficacia para desarrollar el trabajo en grupo, la utilidad para el reconocimiento de las propias deficiencias en el conocimiento, la mejora en el aprendizaje de contenidos conceptuales.

Como aspecto negativo, tal vez debido al propio planteamiento del problema, que tal vez se centró demasiado en los contenidos conceptuales, hay que destacar que prácticamente ningún grupo ha considerado como necesario el conocimiento por parte del profesorado de Educación Primaria de contenidos metodológicos para llevar a cabo el desarrollo de las actividades, tanto teóricas como prácticas. Tampoco la necesidad de tener presentes las ideas preconcebidas de los estudiantes, a pesar de que ellos mismos en el proceso de elaboración del trabajo las han puesto de manifiesto y las han asumido como alejadas del conocimiento de la comunidad científica.

Por el momento no se ha podido realizar una valoración del aprendizaje en contenidos conceptuales al utilizar la herramienta Uve de Gowin.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto CienciaTE2 (2015/B008) financiado por la Fundación Universitaria Antonio Gargallo y la Obra Social IberCaja; así como del proyecto PIIDUZ_15_165, de la Universidad de Zaragoza y del Proyecto EDU2013-46664-P del Ministerio de Economía y Competitividad. El Grupo Beagle de Investigación Aplicada está financiado por el Gobierno de Aragón y el Fondo Social Europeo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANECA (2005). *Libro blanco para el título de Grado en Magisterio*. Madrid: Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación.

Astudillo, H. y Gene, A. M. (1984). Errores conceptuales en biología. La fotosíntesis de las plantas verdes. *Enseñanza de las Ciencias*, 2 (1), 15-16.

Azcón-Bieto, J., Fleck, I., Aranda, X. y Gómez Casanovas, N. (2008). Fotosíntesis, factores ambientales y cambio climático. En J. Azcón-Bieto y M. Talón (Coord.), *Fundamentos de fisiología Vegetal* (pp. 247-263). 2ª ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.

Cañal, P. (1990). *La enseñanza en el campo conceptual de la nutrición de las plantas verdes. Un estudio didáctico en la Educación Básica*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.

Cañal, P. (1992). *¿Cómo mejorar la enseñanza sobre la nutrición de las plantas verdes?* Sevilla: Junta de Andalucía.

Cañal, P. (1997). La fotosíntesis y la "respiración inversa" de las plantas: ¿un problema de secuenciación de los contenidos? *Alambique*, 14, 21-36.

Charrier, M., Cañal, P. y Rodrigo, M. (2006). Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: Una revisión sobre la investigación didáctica en el campo

de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. *Enseñanza de las ciencias*, 24(3), 401-410.

Chrobak, R. y Prieto, A. B., (2010). La Herramienta UVE del conocimiento para favorecer la creatividad de docentes y estudiantes. *Anales de Psicología*, 26 (2), 259-266.

Del Carmen, L. (1990). Conocimiento del medio y Educación Ambiental en la Enseñanza Obligatoria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 7, 47-57.

Duhamel de Monceau, H. L. (1772). *Physica de los Arboles* (vol. 2). Madrid: Joachin Ibarra.

Figuroa, R. (2012). El concepto de fotosíntesis en los textos escolares y su relación con las concepciones alternativas de los docentes y estudiantes. *Uni-pluri/versidad*, 12(3), 38-45.

Flores, J. (2010). El aprendizaje Basado en Problemas y la V de Gowin en el Aprendizaje Profundo. Congreso Internacional PBL2010 ABP, Aprendizaje Basado en Problemas y metodologías Activas de Aprendizaje. Conference, Sao Paulo, Febrero 8-12.

MEC (1998). *Diseño Curricular Base. Educación Primaria*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.

Novak, J.D. y D.B. Gowin (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.

Pimienta-Barrios, E., Robles-Murguía, C., Carvajal, S., Muñoz-Urias, A., Martínez-Chávez, C. y León-Santos, S. (2014). Servicios ambientales de la vegetación en ecosistemas urbanos en el contexto del cambio climático. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 5(22), 28-39.

Polanco, R.A. (2010). Diseño de instrumentos para promover la autorregulación del aprendizaje en el aula. *Memorias del VI Foro de Estudios en Lenguas Internacional* (FEL 2010). México: Universidad de Quintana Roo.

Ponz, A., Carrasquer, B., Álvarez, M. V., Laguna, J. I., Esterán, P., Górriz, M. y Carrasquer, J., (en prensa). *Uso de estándares de aprendizaje evaluables de la LOMCE en la enseñanza de las ciencias: Primaria, Secundaria y Magisterio*. Comunicación presentada en el los 27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Badajoz: Universidad de Extremadura.

Rosário, P., Pereira, A., Högemann, J., Nunes, A.R., Figueiredo, M., Núñez, J.C., Fuentes, S. y Gaeta, M.L. (2014). Autorregulación del aprendizaje: una revisión sistemática en revistas de la base SciELO. *Universitas Psychologica*, 13(2), 781-797.

Sanjosé, V. y Torres, T. (2010). *Preguntas de los estudiantes sobre dispositivos científicos*. II Congrés Internacional de Didàctiques. Girona 3-6 febrero.

Vizcarro, C. y Juárez, E. (2008). ¿Qué es y como funciona el aprendizaje basado en problemas? En J. García Sevilla (coord.), *La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas en la enseñanza universitaria* (pp. 9-32). Murcia: Servicio de Publicaciones, Universidad de Murcia.

La densidad de los peces

Carrasquer, B.,¹ Ponz, A.,² Lázaro, C.,² Bujeda, J.²

¹*Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos. Universidad de Zaragoza.*

²*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza.*

adrian.ponz@unizar.es

RESUMEN

Es común que para una mejor comprensión del principio de Arquímedes se utilicen ejemplos o analogías que se consideran más cercanos a los estudiantes y que pueden ayudar a su aprendizaje; son frecuentes, los peces y el funcionamiento de su vejiga natatoria, el diablo cartesiano, el submarino y el *Nautilus*. Sin embargo, en estos modelos no quedan explícitas las variables modificadas y además intervienen concepciones previas, situación que aumenta la dificultad en el aprendizaje. El objetivo de este trabajo es aportar indicios que ayuden a averiguar la dificultad que entraña la comprensión del funcionamiento del concepto de densidad aplicado a los peces, y al diablo cartesiano, en muchas ocasiones presentados como análogos en su comportamiento físico. Asimismo, se desea presentar la utilidad de la lectura de textos de autores clásicos y reproducción de experimentos históricos como interesantes para el diseño de actividades de aprendizaje.

Palabras clave

Vejiga natatoria, diablo cartesiano, principios físicos, textos históricos, analogía.

INTRODUCCIÓN

El funcionamiento del órgano de algunos peces denominado vejiga natatoria o vejiga de gases comenzó a estudiarse en siglo XVII, época en la que el mecanicismo cartesiano proliferaba entre la filosofía natural. Llamó la atención de Galileo y lo puso de manifiesto con motivo de los primeros intentos de construir aparatos para medir la temperatura (Galileo, 1638, 72). Fue Alfonso Borelli, uno de los discípulos de Galileo, de la Accademia del Cimento de Florencia, el que por primera vez realizó un intento de análisis mecanicista del movimiento de desplazamiento de los peces, y quien describió por primera vez la función de la vejiga natatoria en 1675, de manera meritoria pero equivocada (Aguilar, 2000, 222). Precisamente a partir de la idea de que cuerpos sólidos (en concreto los peces) podían mantenerse en equilibrio en el interior de líquidos (agua de diversas densidades), se comenzaron a fabricar modelos de termoscopios basados en pequeñas esferas huecas de cobre o vidrio, unas llenas de diversos líquidos y cerradas; éstas eran los aparatos que en la actualidad se llaman termómetros de Galileo (Accademia del Cimento, 1667, 8-10; Loyson, 2012). Pero también se experimentaron con otras esferas perforadas que permitían entrar y salir líquido de su interior en función de las variables ambientales, temperatura y/o presión. Ambos modelos de termoscopios se abandonaron por su lentitud e inexactitud, los primeros quedaron como máquinas decorativas o lúdicas, y los segundos dieron lugar a lo que hoy conocemos como diablillos cartesianos, buzos o ludiones. Sin embargo, esa inicial analogía entre el funcionamiento de la vejiga de estabilidad de los peces y el diablillo cartesiano ha perdurado en los materiales educativos. Esta analogía comenzó mucho antes de que se describiera el funcionamiento de la vejiga natatoria, dado que éste fue un proceso laborioso, siendo en

la actualidad todavía su mecanismo de intercambio de gases un proceso no explicado completamente (Berenbrink, 2007; Mortola, 2015).

En este trabajo el problema planteado se enmarca en la comprensión significativa y generalizable, por parte de los/las estudiantes de Magisterio, de las variables que afectan a la densidad de un pez sumergido en un líquido. Son contenidos que habitualmente se trabajan con otros ejemplos en las enseñanzas obligatorias o medias, no universitarias. La complejidad del funcionamiento de la vejiga natatoria y el intento de simplificar su comprensión con la analogía del ludió se ha puesto de manifiesto en trabajos anteriores, en los que se concluye que la semejanza entre el órgano y el aparato físico no es adecuada desde un punto de vista educativo y revela la dificultad de los estudiantes para su aprendizaje. En el caso concreto del cálculo de la densidad del pez o del diablo cartesiano, y basándonos en las citas utilizadas en las anteriores referencias, los/las estudiantes afirman de forma generalizada, mediante escrito o dibujo, que el pez disminuye su densidad al aumentar el volumen de su vejiga, no contemplando que este aumento de la bolsa de gas afecte al tamaño del pez. Esta misma creencia está extendida en libros de texto y páginas de Internet (Carrasquer, Ponz, Álvarez y Gil, 2013; Carrasquer, Ponz, Álvarez, Lázaro y Bujeda, 2013).

MARCO TEÓRICO

Es preciso valorar en su justa medida los obstáculos para alcanzar un aprendizaje significativo de los conceptos flotar y hundirse (Álvarez y Bernal, 2000; Botero, 2010). En Maturano, Mazzitelli, Núñez y Pereira (2005) se puede comprobar la dificultad de los estudiantes para aplicar el Principio de Arquímedes correctamente, aun permitiéndoles que busquen el enunciado, e indicándoles que deben utilizarlo para explicar experiencias concretas realizadas por ellos. De igual manera diversos autores han analizado los problemas que entraña el concepto de densidad (Raviolo, Moscato y Schnersch, 2005; Palacios-Díaz y Criado; 2014).

Habitualmente, ni en libros ni en las aulas se abordan cuestiones que incluyan el cálculo de la densidad de seres vivos; se interpreta que debido a que la heterogeneidad de estos cuerpos se hace poco recomendable didácticamente su planteamiento. La densidad de los vegetales es muy diversa, mientras que de forma general la de los animales es muy parecida, del orden de la densidad del agua (Villar, López y Cussó, 2012, 277-9). Asimismo, cuando el cuerpo de un animal crece de forma natural y estable por el propio hecho de su desarrollo, se entiende que su densidad no varía; también los organismos de una determinada especie se consideran isométricos, es decir que cambian sus dimensiones pero no sus proporciones; en esta regla hay algunas excepciones, por ejemplo en el cuerpo humano que solamente se cumple a partir de la edad de siete años.

Cuando el cuerpo varía de tamaño de manera más o menos rápida, por causas ajenas al crecimiento, el resultado puede ser diferente. En el caso del pez erizo (*Diodon nichthemerus*), en el que el individuo aumenta su volumen de forma considerable hinchándose fundamentalmente de agua, no tiene mayor transcendencia para su densidad. Sin embargo, el aumento del volumen de otros peces y de su vejiga natatoria, sí tiene una repercusión significativa en lo que afecta a su densidad.

Por otra parte, está constatado, como se ha indicado, que lo más extendido entre la población es considerar la vejiga natatoria como un órgano de flotación, no como un órgano de estabilidad; su funcionamiento se asemeja al de un globo externo al pez que eleva a éste. Según se pone de manifiesto en un trabajo anterior (Carrasquer et al., 2013), está muy generalizada la creencia de que un cuerpo sumergido en el agua, de estructura

exterior rígida en el que se introduce un globo en su interior, si se hincha de gases, tenderá a subir; no ha habido una reflexión acerca del concepto de densidad y las variables que lo condicionan. Parece no importar si al hincharse el globo, el cuerpo pierde o gana masa y no se valora que la otra variable, el volumen, es constante.

Como ya se ha indicado, es habitual utilizar la analogía entre el funcionamiento del pez y el diablo cartesiano. Entre los modelos que utilizan los aprendices para explicar el funcionamiento del diablillo (Frazier, 2004) predominan dos interpretaciones diferentes, que habría que explicitar con los estudiantes desde el primer momento. Estos dos modelos se diferencian, de una forma implícita, en cuáles son los componentes que constituyen el aparato. En un primer modelo, coincidente con los diablos clásicos, se compone de un objeto de vidrio y lo contenido en su interior, una burbuja de aire y una cantidad de agua. Sin embargo, en el segundo, coincidente con el modelo físico utilizado en la actualidad habitualmente para hacer cálculos matemáticos (un tubo de ensayo invertido), solamente se considera como diablo al recipiente de vidrio y la burbuja de aire. La característica fundamental, para aceptar o no la analogía con la vejiga natatoria, radica en que en el primer modelo no varía su volumen exterior y sí la masa, mientras que, en el segundo varía el volumen, pero no la masa (Carrasquer, Ponz, Talavera, Carrasquer y Álvarez, 2016). La alteración de la masa de los gases de la vejiga natatoria se puede considerar inapreciable.

Se considera fundamental que, para alcanzar los objetivos de aprendizaje pretendidos mediante diversas metodologías, como pueden ser los planteamientos de indagación, las actividades realizadas por los estudiantes y los contenidos trabajados deben conducir a un aprendizaje, y a una adecuada aplicación general de éste a otros acontecimientos observados, con aplicación de principios o leyes de la ciencia. Es decir, no es suficiente con indagar, sino que las actividades han de estar conectadas “con el mundo de las ideas, la teoría y el conocimiento científico” (Couso, 2014, 5). En el diseño de estas actividades es preciso tener presente las concepciones previas que utilizan los estudiantes para interpretar aquellos acontecimientos observados. Para ello es fundamental la revisión de los estudios sobre las ideas alternativas, y si fuese necesario la realización de nuevos estudios para lograr su detección. De esa manera, se podría trabajar con modelos de pensamiento y reconducirlos a los que considere la comunidad científica en cada momento (Pozo y Gómez Crespo, 1998, 96-98). Sobre la necesidad de incidir en el trabajo docente, en aquellas ideas preconcebidas que se sabe tienen los estudiantes, insisten Torres, Estela y Sanjosé (2013, 195).

OBJETIVOS

En el trabajo que se presenta se ha pretendido comprobar cómo afectan las actividades prácticas realizadas en el aula con futuros/as maestros/as de enseñanza obligatoria, Educación Primaria, en la comprensión del funcionamiento de la vejiga natatoria de los peces a partir de trabajos prácticos de construcción de ludiones.

METODOLOGÍA

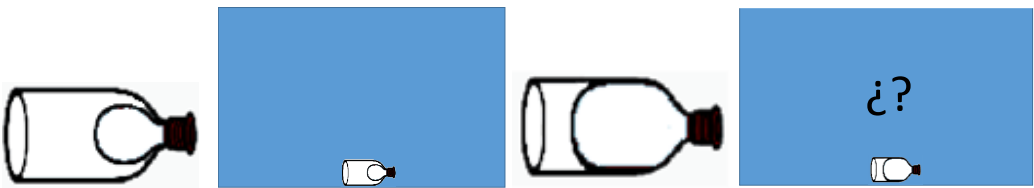
Durante el primer semestre del curso 2015-16, el alumnado de la asignatura Didáctica del Medio Físico-Químico de la Universidad de Zaragoza (65 estudiantes presenciales, divididos en dos grupos) realizó diversas actividades prácticas encaminadas a la comprensión de los principios físicos que condicionan el funcionamiento del diablo cartesiano, mediante metodologías que implican respuestas a preguntas que, o bien realiza el profesorado (un grupo), o que proponen los/las estudiantes (otro grupo). El alumnado trabajó inicialmente la observación del funcionamiento de diablos cartesianos clásicos

realizados con pequeños tubos de ensayo u otros contruidos con otros materiales (Lozano y Solves, 2014). Posteriormente, de forma individual, diseñaron una actividad de investigación para demostrar la veracidad de un texto de Sturm (1685, 166-167), en el que se afirma que el comportamiento del diablillo, al variar la temperatura, es contrario si el recipiente está abierto o cerrado (Carrasquer et al., 2016). Los trabajos escritos de cada estudiante fueron valorados por otro compañero/a, que comunicó al autor de trabajo el resultado cualitativo mediante una plantilla facilitada por el profesorado.

Asimismo, a lo largo del semestre, los estudiantes realizaron diversas actividades prácticas en el laboratorio, en las que calcularon la densidad de materiales, sólidos y líquidos, y también la de diversos objetos de la misma sustancia con diferentes formas y tamaños.

Posteriormente, se analizaron los trabajos individuales realizados por los estudiantes, y también una pregunta, fuera de contexto, “en una nueva situación” (Sanjosé y Torres, 2010, 6), realizada en una prueba escrita individual (81 estudiantes), para comprobar la significación del aprendizaje realizado respecto al comportamiento de la vejiga de los peces, pero en la que no se nombraba el órgano indicado. La pregunta se les presentó previamente en clase, a modo de ejercicio, para que la trabajaran individualmente, dos meses antes de hacerla efectiva en la prueba escrita (Figura 1).

Imagínate una botella de vidrio con un globo en su interior sujeto a la boca. El conjunto es más denso que el agua y se hunde, según queda reflejado en el dibujo.



Si introducimos aire a presión en el globo, éste se hinchará ¿Cómo crees que se comportará la botella en el interior del recipiente de agua?

Aplica la fórmula de la densidad y razona la respuesta.

Figura 1. Pregunta realizada a los/as estudiantes

RESULTADOS

En las sesiones prácticas de observación o realización de las actividades, de manera generalizada, los estudiantes no nombraron el principio de Arquímedes, ni el principio de Pascal (una sola alumna nombró el primero de ellos en presencia del profesor). Tampoco utilizan en sus explicaciones los conceptos densidad, elasticidad o compresión/dilatación del aire o del agua; solamente en casos muy concretos nombran estos conceptos. Sin embargo, posteriormente, en los trabajos escritos individuales, una vez hechas las consultas bibliográficas de forma generaliza *on line*, mencionan en sus textos explicativos: Los principios de Arquímedes y Pascal, paradójicamente, en igual proporción, un 64,6 %; el concepto de densidad un 58,5%, y los de elasticidad, compresión o dilatación un 3,1 %. De forma habitual se utiliza el concepto de presión.

Analizados los resultados de la pregunta escrita (Figura 1), se pone de manifiesto que, a pesar del tiempo dedicado, tanto en teoría como en práctica, a la comprensión del concepto de densidad y las variables que influyen en esta propiedad característica de las

sustancias, sólo un porcentaje bajo de estudiantes son capaces de resolver el problema planteado (Tabla 1).

De forma explícita indican el comportamiento de la botella	82,7 %
Indican que la botella subirá	69,1 %
Indican que la botella se quedará en el fondo	13,6 %
Indica la fórmula de la densidad mediante símbolos	75,3 %
Utilizan palabras (conceptos) para explicar la fórmula	1,2 %
Desarrolla la fórmula de la densidad mediante explicación o aplica valores	3,7%
Explicitan por qué la botella está en el fondo	12,3 %
Indican que al hincharse el globo aumenta la densidad de la botella	16,0 %
Indican que al hincharse el globo disminuye la densidad de la botella	14,8 %
De forma explícita relacionan la disminución de la densidad con subir	29,6 %
De forma explícita relacionan el aumento de la densidad con subir	13,6 %
De forma explícita relaciona el aumento de la densidad con bajar o quedarse en el fondo	12,3 %

Tabla 1. Resultados a la pregunta de la Figura 1

En las respuestas a la pregunta recogida en la Figura 1, solamente dos hacen referencia al Principio de Arquímedes y ninguna al de Pascal. Ello pone de manifiesto que, a pesar de que una gran mayoría de los estudiantes lo citan en el trabajo presentado, posteriormente no son capaces de utilizarlo fuera del contexto en el que lo trabajaron previamente. Un gran número de estudiantes intentan explicar acertadamente o no el comportamiento de la botella (82,7 %; Tabla 1). Un porcentaje elevado indica que la botella subirá (69,1 %), respuesta que en la gran mayoría de los casos no justifican, ni la asocian con el concepto de densidad, ni con la masa, ni con el volumen del objeto (Tabla 1). Este porcentaje debiera de ser similar al de los estudiantes que consideran que la densidad del conjunto será menor. Sin embargo, esto no es así. Los estudiantes no entienden el concepto de densidad, ni tienen vivencias claras que les permita arriesgarse a escribir que a menor densidad el cuerpo flotará. Tampoco comprenden qué significa que el agua tenga densidad 1 y que los cuerpos de sustancias con densidad menor a esa cantidad flotarán. Los/as casi graduados/as en Magisterio, en un porcentaje muy elevado, saben poner la fórmula de la densidad mediante símbolos, pero no son capaces de relacionar esos símbolos con los conceptos que representan, ni saben explicar mediante un discurso breve y sencillo qué significa esa fórmula (1,2 %; Tabla 1). Solo tres estudiantes (3,7%), intentan utilizar la fórmula sustituyendo por diversos valores o razonando el resultando en función diversos valores de numerador o denominador (Tabla 1). En los resultados no se encuentran diferencias entre los dos grupos de clase.

CONCLUSIONES

Parece evidente que los estudiantes tienen una buena capacidad de búsqueda y presentación de contenidos, encontrados en un buen porcentaje en internet, sin embargo, la significación de los contenidos trabajados y preguntados mediante pruebas no memorísticas de aplicación en otros contextos nos ofrece peores resultados.

Puede suceder que no exista un esfuerzo intelectual de comprensión ni de memorización de los conceptos, lo que puede ocasionar que no se aprenda significativamente y, por lo tanto, no sean capaces de verbalizarlos posteriormente, ni de aplicarlos a situaciones diferentes a las trabajadas. Se limitan a realizar lo que se les pide, sin reflexionar sobre su

propio aprendizaje, como si estuvieran construyendo la misma pieza, con los mismos componentes todos los días, a modo de empleados de una fábrica, sin detenerse a pensar, por qué razón se ponen esas piezas y en ese orden determinado.

Estos datos revelan una falta de estímulo por el aprendizaje de gran parte del alumnado de magisterio, al menos, por los conocimientos científicos, que en el futuro desencadenará un estímulo similar en su propio alumnado de Educación Primaria. Si no conseguimos cambiar esta actitud del profesorado en formación, de poco servirán todos los esfuerzos que la Unión Europea está realizando en los últimos años por mejorar la enseñanza de las ciencias experimentales en la educación obligatoria (Ryan, 2015).

En estos estudiantes en concreto, se pone de manifiesto la dificultad de comprensión y aplicación en nuevas situaciones del concepto de densidad, de flotar, de hundirse, en suma del principio de Arquímedes (Álvarez y Bernal, 2000; Botero, 2010; Maturano, Mazzitelli, Núñez y Pereira, 2005). Y dado que la pregunta se había planteado previamente, para un trabajo individual de resolución del problema planteado, también hay que constatar que ningún estudiante preguntó al profesorado de la asignatura sobre él, lo que pone de manifiesto el poco interés o estímulo hacia el aprendizaje de estos contenidos.

Por otro lado, estos estudiantes manifiestan poca capacidad de operación matemática mediante símbolos o cálculo mental en la resolución de pequeños problemas, como aumento-disminución de numerador-denominador de una fracción, etc., como también revelan otros estudios anteriores (Socas, 2011; Contreras, Carrillo, Zakaryan, Muñoz-Catalán, y Climent, 2012), que podría influir negativamente en el aprendizaje de estos contenidos científicos. Asimismo, se tendría indicios de que este grupo de estudiantes tiene una gran dificultad para comprender el lenguaje abstracto del álgebra (Esquinas, 2009) en sus planteamientos más sencillos; y por otra parte también para resolver una tarea o ejercicio cerrado, concreto y superficial, aplicar una fórmula con tres magnitudes, pero en la que necesariamente se debe comprender el concepto de densidad para hacerla funcional, y poder responder al problema planteado (Badia, 2012, 2013).

Se considera imprescindible potenciar las actividades de descripción y la argumentación por parte del profesorado, verbalizando con suficiente detenimiento los hechos acaecidos y los principios, leyes o fórmulas necesarios para su comprensión.

AGRADECIMIENTOS

Adrián Ponz forma parte del Grupo Beagle de Investigación de Didáctica de las Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza, financiado por el Gobierno de Aragón y el Fondo Social Europeo. Este trabajo ha sido posible gracias al proyecto PIIDUZ_15_165, patrocinado por la Universidad de Zaragoza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Accademia del Cimento. (1667). *Saggi di Naturali Esperienze Fatte nell'Accademia del Cimento*. Florence: Giuseppe Cocchini.
- Aguilar, M. (2000). *Biomecánica: La física y la Biología*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Álvarez, V. M. y Bernal, M. A. (2000). Explicaciones cotidianas y científicas sobre flotar y hundirse. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 25, 55-65.
- Badia, A. (coord.) (2012). *Dificultades de aprendizaje de los contenidos curriculares*. Barcelona: Editorial UOC.

- Berenbrink, M. (2007). Historical reconstructions of evolving physiological complexity: O₂ secretion in the aye and swimbladder of fishes. *The Journal of Experimental Biology*, 209, 1641-1652. Último acceso el 22 de enero de 2016, desde <http://jeb.biologists.org/content/210/9/1641.full>
- Botero, H. J. (2010). Una revisión del concepto de densidad: la implicación de los conceptos estructurantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista de Educación y pensamiento*. 17, 23-36.
- Carrasquer, J., Ponz, A., Álvarez, M.V. y Gil, M.J. (2013). ¿Es el ludió-vejiga natatoria una analogía adecuada? *IX Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias* (pp. 696-701). Girona: Enseñanza de las Ciencias.
- Carrasquer, J., Ponz, A., Álvarez, M.V., Lázaro, C. y Bujeda, J. (2013). La transposición didáctica del funcionamiento hidrostático de un órgano complejo: la vejiga natatoria de los peces. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 27, 255-269.
- Carrasquer, J., Ponz, A., Talavera, M., Carrasquer, B. y Álvarez, M. V. (en prensa). El uso Didáctico del diablo cartesiano en la formación inicial de maestros. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*.
- Contreras, L.C., Carrillo, J., Zakaryan, D., Muñoz-Catalán, M.C. y Climent, N. (2012). Un Estudio Exploratorio sobre las Competencias Numéricas de los Estudiantes para Maestro. *Boletim de Educação Matemática*, 26 (42B), 433-457.
- Couso, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. Actas de los 26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Huelva, 10 al 12 de septiembre de 2014. Conferencia Inaugural. Último acceso el 22 de enero de 2016, desde http://uhu.es/26edce/actas/docs/conferencias/pdf/26ENCUENTRO_DCE-ConferenciaPlenariaInaugural.pdf
- Esquinas, A. M. (2009). *Dificultades de aprendizaje del lenguaje algebraico: Del símbolo a la formalización algebraica. Aplicación a la práctica docente* (tesis doctoral). Facultad de Educación, Departamento de Didáctica y Organización Escolar. Madrid: Universidad Complutense. Último acceso el 13 de febrero de 2016 desde, <http://eprints.ucm.es/8283/1/T30670.pdf>
- Frazier, R. (2004). Ein philosophisches Spielzeug. En H. Schreier (Ed.), SINUS-Transfer Grundschule. (pp. 35-50). Último acceso el 15 de enero de 2016, desde http://www.sinus-transfer.uni-bayreuth.de/fileadmin/MaterialienIPN/NaWi_G2b_fuer_Web.pdf
- Lozano, O. R. y Solves, J. (2014). *85 experimentos de física cotidiana*. Barcelona: Editorial Graó.
- Maturano, C., Mazzitelli, C., Núñez, G. y Pereira, R. (2005). Dificultades conceptuales y procedimentales en temas relacionados con la presión y los fluidos en equilibrio. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4, (2), s/p. Último acceso el 13 de febrero de 2016, desde <http://reec.uvigo.es/>
- Mortola, J. P. (2015). Generalities of Gas Diffusion Applied to the Vertebrate Blood-Gas Barrier. And A. N. Makanya (ed.), *The Vertebrate Blood-Gas Barrier in Health and Disease*, pp. 1-14, Último acceso el 13 de febrero de 2016, desde http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-18392-3_1
- Palacios-Díaz, R. y Criado, A. M. (2014). Concepto de volumen de agua desplazada en estudiantes de educación secundaria. II Simposio de Enseñanza de las Ciencias. SIEC II.

Vigo: Universidad de Vigo. Último acceso el 13 de febrero de 2016, desde <http://hdl.handle.net/11441/32891>

Pozo, I. y Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.

Ryan, C. (2015). *Science Education for Responsible Citizenship*. Brussels: European Commission. Último acceso el 24 de enero de 2016, desde http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf

Socas, M.M. (2011). Aprendizaje y enseñanza de las Matemáticas en Educación Primaria. Buenas prácticas. *Educatio Siglo XXI*, 29 (2), 199-224.

Sturm, J.Ch. (1685). *Collegii Experimentalis sive Curiosi*, vol. 2. Nuremberg: Wolfgangi Mauritiij Endteri.

SanJosé, V. y Torres, T. (2010). *Preguntas de los estudiantes sobre dispositivos científicos*. II Congrés Internacional de Didàctiques. Girona 3-6 febrero. Último acceso el 24 de enero de 2016, desde <http://www.udg.edu/portals/3/didactiques2010/guiacdII/ACABADES%20FINALS/169.pdf>.

Torres, T., Estela, B. y SanJosé, V. (2013). Un estudio del contenido científico de las preguntas formuladas por estudiantes cuando intentan comprender dispositivos experimentales. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. 27, 179-197. (Capítulo 9, Tesis doctoral, T. Torres, 2013).

Villar, R., López, C. y Cussó, F. (2012). *Fundamentos físicos de los procesos biológicos*. San Vicente (Alicante): Editorial Club Universitario.

Ideas previas de salud y enfermedad en niños de Educación Infantil de 5 años

García-García, I., Jiménez-Tejada, M. P., Romero-López, M. C.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.

pjtejada@ugr.es

RESUMEN

Este trabajo de investigación se ha llevado a cabo con el objetivo principal de conocer las ideas previas que tienen los niños y niñas de 5 años de un centro de Educación Infantil, socialmente desfavorecido, sobre el concepto de salud y enfermedad. Para ello hemos usado como método de recogida de datos el dibujo y la entrevista, obteniendo como resultados principales, entre otros, que los niños y niñas relacionan la salud con la realización de actividades lúdicas y con sentimientos positivos y sin embargo relacionan la enfermedad con la tristeza y con diferentes síntomas. Esta investigación ha sido muy positiva desde el punto de vista educativo ya que puede ayudar a los maestros y maestras a conocer las ideas de los alumnos y alumnas y así poder realizar medidas de intervención educativas en las aulas como talleres de padres, jornadas informativas o charlas, favoreciendo así la relación familia-escuela.

Palabras clave

Salud, Enfermedad, Educación Infantil, Ideas previas, Dibujo

INTRODUCCIÓN.

Los estudios e investigaciones centrados en conocer las ideas previas que los niños y niñas de Educación Infantil tienen sobre el concepto de salud y enfermedad en España, están más unidos a una perspectiva clínica y por lo tanto relacionados con la Psicología Evolutiva y del Desarrollo. Existen algunos estudios llevados a cabo en otras ciudades de Estados Unidos y de Europa Occidental más centrados en estas ideas, pero realizados en edades que pasan de los 6 años de edad y llevados a cabo a través de entrevistas y cuestionarios, y no tanto usando el dibujo como método de recogida de datos.

Dichas investigaciones, al estar centradas principalmente en la Psicología del Desarrollo, están dirigidas a analizar cómo cambian esas ideas en función del desarrollo del niño/a, usando para ello, en algunos de los casos, la teoría de Piaget (Cristina del Barrio, 1988).

Según cita Jiménez (2012) fue Nagy (1951) quién llevó a cabo una de las investigaciones pioneras sobre las ideas que los niños y niñas tienen sobre el concepto de enfermedad. Este estudio lo realizó usando 350 escolares de entre los 3 y los 12 años de dos ciudades diferentes y alejadas, obteniendo como resultado que para ambos grupos la causa de la enfermedad era la infección. En otro trabajo sobre las ideas que tienen estudiantes de entre 7 y 11 años sobre la actividad de los gérmenes, reconocen que entran en el cuerpo a través de la boca, la nariz y la piel y que afectan al mismo de manera negativa (Nagy, 1952).

En estudios posteriores, se observó que los niños y niñas asociaban la salud a la capacidad de realizar actividades que a ellos les gustaban, y la enfermedad con diferentes síntomas, aunque esas concepciones cambiaban a medida que eran más maduros Natapoff (1978).

De esta manera, los niños de 5-6 años no conocen la causa de la enfermedad asociándola al contagio, idea que va cambiando con edades más avanzadas debido a la madurez que van alcanzando progresivamente en su desarrollo (del Barrio, 1988). La relación entre enfermedad y un castigo no es común en la mayoría de los niños, pero quienes sufrían de ansiedad si lo asociaban (Brodie, 1974).

Recientemente, se ha podido observar cómo los estudiantes relacionan la salud con buenos hábitos de vida e higiene y con situaciones cotidianas agradables para ellos como jugar o estar con la familia. Así, Boruchvitch y Mednick (1997, 2000) en una muestra de 96 niños y niñas de edades comprendidas entre los 6 y los 14 años comprobaron que se asociaba la enfermedad a virus y a la falta de higiene, y mostraban sentimiento negativos; el concepto de salud lo asociaban al autocuidado, y mostraban sentimientos positivos. Diversos autores han concluido que la mayoría de los niños relacionan la salud con sentirse bien, la ausencia de enfermedad, la capacidad de realizar actividades que les gustaban o con aquellos elementos que les proporciona salud y bienestar (medicamentos, médicos, padres). Como causas de la enfermedad, nos encontramos con los gérmenes y bacterias, el aumento de peso, muñecos burlones que representan una enfermedad, la comida en mal estado, la contaminación y otras causas de índole ambiental (Argüelles, García, y Agramonte, 2006; Jiménez, 2012; Piko y Bak, 2006; Reeve y Bell, 2009).

La mayoría de las investigaciones llevadas a cabo son del ámbito sanitario y en gran parte de ellos no se usa el dibujo como método de investigación. Por ese motivo en esta investigación hemos usado el dibujo como principal método para obtener información ya que a esta edad es el símbolo máximo de expresión del niño.

Existen diferentes modalidades de dibujo para estudiar el comportamiento y sentimiento de los niños. Las más utilizadas son: dibujo libre, dibujo de la familia, autorretrato, el dibujo de la figura humana y el dibujo sobre un tema sugerido. Este último es el que mejor permite conocer cómo se forman los conceptos de los objetos y situaciones en la conciencia infantil, sus actitudes y sentimientos, y muestra además cómo incorporan el tema a su repertorio afectivo (Argüelles, García, y Agramonte, 2006).

Hay que destacar por tanto la utilidad del uso y análisis de los dibujos de los niños para las maestras de Educación Infantil. Además de permitirles identificar problemas personales y familiares del alumnado, se pueden realizar programas educativos de Educación para la salud como una actividad dentro del aula (jornadas de salud, talleres de madres/padres...).

El objetivo de este trabajo de investigación ha sido por tanto conocer, a través del dibujo, las ideas previas sobre el concepto de salud, enfermedad y causas que lo provocan en el alumnado de 5 años, de un colegio de Educación Infantil de un pueblo de la provincia de Granada.

METODOLOGÍA

Características de la muestra.

En total han participado 20 estudiantes, de los cuales 8 son niños y 12 son niñas. La edad del grupo muestra está entre los 5 y los 6 años, existiendo un diferente nivel madurativo.

Según la etnia, 8 alumnos son gitanos, 6 alumnos son payos y 6 alumnos son mestizos.

La mayoría de los padres no tienen estudios primarios, están en paro, son jornaleros del campo. El nivel socio económico familiar del que provienen son 16 de nivel bajo-muy bajo, tres de nivel medio y uno de nivel muy alto.

Recogida de datos.

Para la recogida de datos e información hemos empleado los siguientes instrumentos:

Realización de dibujos.

Se ha pedido a los niños y niñas que hagan cuatro dibujos, cada uno con un enunciado diferente:

1. Haz un dibujo de ti cuando estás malito/a (concepto de enfermedad)
2. Haz un dibujo de ti cuando estás bueno/ sano (concepto de salud)
3. Haz un dibujo de quién o qué cosas hacen que te pongas bueno/a
4. Haz un dibujo de las cosas que hacen que te pongas malo/a

Antes de comenzar se hizo una asamblea para hablar de lo que se iba a dibujar y para poner a los niños y niñas en contexto. Después les dejamos dibujar libremente. Cada uno de los dibujo se ha realizó durante sesiones de una hora, y se ha hizo en varios días y en grupos de cinco niños cada vez para evitar que las ideas de cada persona fuesen copiadas por otras.

Nuestro estudio es de tipo cuantitativo descriptivo y en él hemos tratado de conocer qué elementos de los dibujados se repiten más o nos han llamado significativamente la atención en todos los dibujos. Las categorías identificadas en los dibujos se han establecido tras la revisión de los mismos por expertos. Antes de la generación de categorías se informó al comité de expertos sobre las interpretaciones que daba el alumnado a sus dibujos. Finalmente se realizó un análisis de distribución de frecuencias para dichas categorías. En todos los casos la suma de los porcentajes es superior a 100 ya que casi en todos los dibujos se pueden identificar más de una categoría.

Entrevista personal.

Después de cada sesión, se cogió cada dibujo y se preguntó a cada autor qué cosas o qué elementos se habían dibujado.

RESULTADOS

Concepto de enfermedad.

Como se ve en el análisis de frecuencias (Tabla 1), el total de la muestra no pinta ningún uso de medicación, la mayoría se pintan tristes aunque no todos llorando, y la mayoría incluyen o manifiestan en la entrevista síntomas como dolor de barriga, diarrea, mocos, etc.

CATEGORÍAS	FRECUENCIAS	% DE LA MUESTRA
No uso de medicación	20	100
Se pintan tristes	16	88
Se pintan llorando	10	50
Pintan síntomas	13	65

Tabla 5. Categorías y frecuencias obtenidas de los dibujos titulados: *Haz un dibujo de ti* ($n=20$).



Figura 11. Dibujos en los que los niños se representan enfermos. En ambos dibujos se muestran tristes y con algún síntoma como "dolor de intestinos" o diarrea.

Concepto de salud.

Según el análisis de los datos y las entrevistas personales (Tabla 2), la mayoría ante el concepto de salud se pintan sonriendo y con el día soleado, realizan actividades lúdicas, recreativas y deportivas, y la gran mayoría de la muestra realiza estas actividades acompañados por amigos y familiares (Figura 2).

CATEGORÍAS	FRECUENCIAS	% DE LA MUESTRA
Se pintan sonriendo	18	90
Pintan el sol	16	80
Pintan actividades lúdicas	16	80
Se pintan acompañados	18	90

Tabla 6. Categorías y frecuencias obtenidas de los dibujos titulados: Haz un dibujo de ti cuando estás bueno (n=20).



Figura 12. Ejemplo de dos dibujos en lo que se asocian el estar sanos con actividades lúdicas, el sol y rodeados de familiares o amigos.

Actividades que mantienen la salud.

Como se ve en el análisis de frecuencias y en las entrevistas mantenidas, el alumnado pinta en porcentajes iguales la cara alegre y triste en este dibujo. La mayoría de ellos, relacionan la cura de la enfermedad con los cuidados de sus padres y algunos dibujan a su doctor o doctora y también la consulta del médico (Figura 3). Una parte del alumnado relaciona la cura de la enfermedad con el uso de medicamentos.

CATEGORÍAS	FRECUENCIAS	% DE LA MUESTRA
Dibujan la cara alegre	6	33
Dibujan al médico/a	10	55
Dibujan a familiares	16	88
Pintan medicamentos	8	44
Pintan la consulta médica	5	27

Tabla 7. Categorías y frecuencias obtenidas de los dibujos titulados: *quién o qué cosas hacen que te pongas bueno/a (n=18).*



Figura 3: Dibujos en los que aparece la consulta del médico o el doctor junto con los familiares como cosas que mejoran la salud.

Actividades que hacen enfermar.

Como se puede observar en la tabla 4, las causas de enfermedad son variadas, aunque lo más repetido son los virus que ellos relacionan con la garganta o la barriga (Figura 4a) y el agua y los helados, relacionándolos con cosas o alimentos fríos (Figura 4b). Ha llamado nuestra atención que tres alumnas relacionan la enfermedad con la alergia al olivo y una de ellas con el embarazo.

CATEGORÍAS	FRECUENCIAS	% DE LA MUESTRA
Pintan virus	6	33
Pintan bacterias	1	5
Dibujan bichos	3	16
Pintan cosas frías	9	49
Otros dibujos	4	21



Figura 13. Representación de virus (a) como cosas que hacen enfermar junto con helados, "bichos" y semillas (b)

DISCUSIÓN

Tras los resultados obtenidos en el análisis de esta investigación, vemos que la mayoría de los niños y niñas relacionan el concepto de salud con actividades lúdicas y deportivas que son de su agrado, lo que coincide con los resultados anteriores (Jiménez, 2012; Natapoff, 1978; Piko y Bak, 2006). También relacionan la salud con sentimientos positivos de alegría al igual que en los resultados de la investigación de Boruchvitch y Mednick (1997, 2000).

Por el contrario, relacionan el concepto de enfermedad con sentimientos de tristeza y, sobre todo, con la muestra de una gran diversidad de sintomatología, al igual que ocurre en las investigaciones de otros autores (Campbell, 1975; Jiménez, 2012; Natapoff, 1978). La capacidad de los niños y niñas para relacionar la enfermedad con los virus, también las observaron Boruchvitch y Medick (1997, 2000). La salud está muy relacionada con la presencia del sol, de otros niños o de los adultos, generalmente los padres, y con la realización de actividades al aire libre, bien sea en la playa, en el campo o en la calle donde viven.

La enfermedad la asocian con el llanto, con diversos dolores y, sobre todo, se pintan solos. Reconocen como causas de enfermedad el agua fría y los helados, y la presencia en la naturaleza de algunos árboles que provocan alergia como el olivo, como ocurre en los resultados obtenidos por Piko y Bak (2006) en la cual atribuyen a causas ambientales, entre otras, la presencia de enfermedad. Creemos que esto puede ser el resultado de la influencia de sus experiencias personales o de lo que le haya dicho algún familiar.

CONCLUSIONES

Después de llevar a cabo esta investigación, podemos concluir:

Las ideas de los estudiantes sobre salud y enfermedad están basadas en su propia experiencia y entorno más cercano.

El alumnado conoce perfectamente a la persona que los cura (médico/a), y el sitio al que acuden (centro de salud) acompañados, generalmente, por los padres; además conocen el nombre de algunos medicamentos pediátricos.

Saben de oídas que las enfermedades las provocan los virus, aunque ha sido de gran dificultad para ellos dibujarlos ya que son organismos que ellos no ven físicamente, lo que ha hecho que los dibujen como animales (bichos) que conocen (insectos, gusanos, etc.).

Las diferentes ideas puestas de manifiesto en el estudio se podrían aprovechar por los maestros y maestras de Educación Infantil para poder realizar proyectos, talleres, charlas, u otras actividades sobre este tema tan de uso médico y no tanto educativo.

BIBLIOGRAFÍA

Argüelles, T. García, R. y Agramonte, A. (2006). El dibujo como exponente de las percepciones sobre la enfermedad en niños y niñas con diabetes mellitus. *Revista cubana de endocrinología* [online], 17(1), 0-0.

Boruchovitch, E. y Mednick, B. (1997). Cross-cultural differences in children's concepts of health and illness. *Revista de Saúde Pública*, 31, 448-456.

Boruchovitch, E. y Mednick, B. (2000). Causal attributions in Brazilian children's reasoning about health and illness. *Revista de Saúde Pública*, 34, 484-490.

- Brodie, B. (1974). Views of healthy children toward illness. *American Journal of Public Health*, 64, 1156-1159.
- Campbell, J. D. (1975). Illness is a point of view: The development of children's concepts of illness. *Child Development*, 46, 92-100.
- Del Barrio C. (1988). El desarrollo de la Explicación de procesos biológicos: cómo entienden los niños la causa de una enfermedad y su curación. *Infancia y Aprendizaje*, 42, 81-95.
- Jiménez, D. (2012). Concepciones Infantiles sobre el proceso de salud-enfermedad en una Comunidad maya de Quintana Roo. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán.
- Nagy, M. (1951). Children's ideas of the origin of illness. *Health Education Journal*, 9, 6-12.
- Nagy, M. (1952). Children's ideas on the activity of germs. *Health Education Journal*, 10, 15-20.
- Natapoff, J. (1978). Children's views of health: A development study. *American Journal of Public Health*, 68, 995-1000.
- Piko, B. y Bak, J. (2006). Children's perceptions of health and illness: images and lay concepts in preadolescence. *Health Education Research*, 21, 643-653.
- Reeve, S, y Bell, P. (2009). Children's self-documentation and understanding of the concepts "healthy" and "unhealthy". *International Journal of Science Education*, 31, 1953-1974.

Sobre la fiabilidad y utilidad del test MATE (Medida de la Aceptación de la Teoría de la Evolución) para medir el conocimiento de alumnos de Bachillerato

Martínez-Hernández, F., Mendoza-Fernández, A. J., Salmerón-Sánchez, E., Pérez-García, J. F., Garrido-Becerra, J. A., Merlo-Calvente, M. E., Mota-Poveda, J. F.

Departamento de Biología y Geología. Universidad de Almería.

fmh177@ual.es.

RESUMEN

La teoría de la evolución es un tema central en la enseñanza de la Biología. Es conocido el aforismo de Dobzhansky “*Nada tiene sentido en Biología si no es a la luz de la evolución*”. A pesar de esto, la enseñanza de la evolución se ha cuestionado en algunos países. Por este motivo, se han diseñado pruebas para medir la aceptación de la evolución. El más usado, con alumnos y profesores, es el MATE (Medida de la Aceptación de la Teoría de la Evolución), aunque no conocemos que haya sido empleado en España hasta ahora. Esta investigación se basa en encuestas realizadas a 81 alumnos de Bachillerato utilizando el cuestionario MATE con objeto de comprobar su fiabilidad con estudiantes españoles. Dado que todos los ítems resultaron fiables (alfa de Cronbach del MATE = 0,875), el MATE se reveló como una herramienta útil en nuestro país y abre la posibilidad a estudios comparativos con los resultados obtenidos en otros países. De acuerdo con los resultados, la aceptación y el conocimiento de la evolución de los alumnos de Bachillerato españoles es alta y comparable a la de otros países de nuestro entorno.

Palabras clave

Ciencias Experimentales, didáctica, educación, enseñanza, investigación

INTRODUCCIÓN

La teoría de la evolución es el tema central y unificador de la biología (Rutledge & Mitchell, 2002). Es notable que hace más de un siglo Darwin (1859, 1871) fuera capaz de descubrir tanto sobre la evolución sin tener disponibles un gran número de hechos clave descubiertos mucho después. El desarrollo de la genética después del año 1900 proporcionó información esencial para comprender los mecanismos evolutivos (Dobzhansky, 1973).

Las ideas evolucionistas no solo impregnan todas las ramas de la Biología, sino en casi cualquier otra actividad humana (Castrodeza, 2009). Debido a que la evolución es un concepto tan trascendental para entender la naturaleza y la vida de manera unitaria diversos autores han propuesto medidas de la teoría de la aceptación de la evolución (Ha et al. 2012, Miller et al., 2006) casi todas basadas en diferentes tipos de tests (Miller et al., 2006; Rutledge & Mitchell, 2002; Rutledge y Sadler, 2007; Rutledge & Warden, 1999). En concreto el más extendido y el que ha tenido más éxito ha sido el de Rutledge & Warden (1999).

La idea general que da origen a la presente investigación aborda el tema de la aceptación y conocimiento de la teoría de la evolución por parte de los alumnos de Bachillerato. Para esto se ha seguido una metodología ampliamente utilizada a nivel internacional (Rutledge y Sadler, 2007) que, de acuerdo con los datos de que disponemos, no ha sido empleada en España hasta ahora. Además, hay que destacar que según Cobern (2004), tanto la aceptación como el conocimiento están íntimamente relacionadas la una con la otra. En la misma línea se sitúan también Rivas y González García (2016).

En cuanto al plan de estudios de Bachillerato (Real Decreto 1467/2007) el tema de la evolución forma parte tanto de los objetivos como de los contenidos de determinadas asignaturas. En cuanto a las materias comunes la asignatura se denomina Ciencias para el mundo contemporáneo y en cuanto a la modalidad de Ciencias y Tecnología las asignaturas son tanto Biología como la asignatura denominada Biología y Geología. Estas tres asignaturas se encuentran repartidas en los dos años que dura el Bachillerato. Según Castro Nogueira (2007: 63) la biología evolutiva en la Enseñanza Secundaria solo se da en una asignatura optativa, la Biología y Geología de 4º de ESO y “en los demás cursos o no se menciona o sólo se alude a ella de modo indirecto”.

OBJETIVOS

- Estimar si el test MATE puede ser útil para medir la aceptación y comprensión de la teoría de la evolución en España comprobando si los ítems del cuestionario son estadísticamente fiables en alumnos de Bachillerato.
- Hacer una valoración del conocimiento y aceptación de los alumnos de Bachillerato sobre la teoría de la evolución y comparar los resultados obtenidos con los procedentes de otros países de nuestro entorno.

MATERIAL Y MÉTODOS

Esta investigación se centra en la metodología propuesta por Rutledge y Sadler (2007). El cuestionario diseñado por estos autores mide la aceptación de la teoría de la evolución mediante 20 preguntas (10 positivas y 10 negativas). Las preguntas utilizan una escala de Likert de 1 a 5. Esto permite cuantificar las opiniones de las personas mediante una escala cuantitativa de tal manera que las valoraciones irán desde las personas que no acepten la evolución (20 puntos) hasta la máxima aceptación (100 puntos). Los propios autores proponen la siguiente escala dividida en rangos de aceptación de la teoría de la evolución:

- 89-100 puntos. Aceptación muy alta.
- 77-88 puntos. Aceptación alta.
- 65-76 puntos. Aceptación moderada.
- 53-64 puntos. Aceptación baja.
- 20-52 puntos. Aceptación muy baja.

Los 20 ítems del cuestionario MATE a los que se alude en esta investigación se presentan, traducidos al español, en el Apéndice 1. Todos los resultados que se obtuvieron fueron analizados mediante el programa estadístico SPSS utilizando el alfa de Cronbach que es un modelo de consistencia interna, que se basa en la correlación entre elementos promedio. También se analizó la correlación total de elementos corregida o coeficiente de homogeneidad corregido.

Para llevar a cabo este análisis el tamaño de muestra fue de 81 alumnos de Bachillerato procedentes de 8 centros de enseñanza Secundaria situados en la provincia de Almería,

46 varones y 35 mujeres, con edades comprendidas entre 15 y 30 años, siendo 55 alumnos de Ciencias frente a 26 de Letras, procedentes de 7 países diferentes de dos continentes distintos. Tanto la alfa de Cronbach como el coeficiente de homogeneidad se compararon con los resultados obtenidos por Rutledge y Sadler (2007) sobre la fiabilidad de los ítems. Por otra parte los resultados finales relativos al grado de aceptación también fueron comparados con los de Miller et al. (2006).

RESULTADOS

En la Tabla 1 se puede observar que en todos los casos el alfa de Cronbach es superior a 0,8 que es el valor mínimo que puede tener un ítem para que sea considerado discriminante.

El ítem que tuvo el valor más alto para el alfa de Cronbach fue el 15 (Anexo 1) con un valor de 0,876, y el que obtuvo el menor valor fue el 14 (Anexo 1) con un valor de 0,860.

En cuanto a la puntuación que le dieron los alumnos a las preguntas del MATE la que obtuvo el mayor valor fue el ítem número 7 (Anexo 1) con una puntuación de 4,704 y la que obtuvo el menor valor fue la pregunta número 6 (Anexo 1) con una puntuación de 3,407.

Si observamos la correlación total de elementos corregida la que obtuvo una mayor puntuación fue el ítem 14 (0,720), coincidiendo con el valor más bajo para el alfa de Cronbach; y el menor valor para la correlación de elementos corregida (0,265) coincide de manera inversa con el ítem que obtuvo un valor más alta para el alfa de Cronbach que fue el 15. Éste último valor está muy por encima del que obtuvieron Rutledge y Sadler (2007) para el valor más bajo que obtuvieron para éste índice, que fue de 0,127 para el ítem 5 (Anexo 1), obtenido para una muestra de 61 estudiantes.

Ítem	Media de la encuesta MATE	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
1	4,568	78,494	104,003	,474	,870
2	3,667	79,395	95,867	,598	,864
3	4,395	78,667	101,850	,412	,871
4	4,123	78,938	96,734	,625	,863
5	3,988	79,074	103,319	,355	,873
6	3,407	79,654	100,804	,452	,870
7	4,704	78,358	104,458	,434	,871
8	4,346	78,716	101,131	,563	,867
9	4,407	78,654	99,754	,514	,868
10	4,235	78,827	101,795	,471	,869
11	4,235	78,827	103,670	,338	,873
12	3,963	79,099	100,165	,461	,870
13	3,704	79,358	101,458	,428	,871
14	4,358	78,704	95,961	,720	,860
15	4,531	78,531	104,977	,265	,876
16	4,025	79,037	99,911	,605	,865
17	3,852	79,210	98,318	,481	,869
18	4,136	78,926	102,119	,494	,869
19	4,160	78,901	101,290	,395	,872
20	4,259	78,802	101,610	,495	,868

Tabla 1. Estadísticas de total de elemento para 81 alumnos de Bachillerato. El alfa de Cronbach de la encuesta es de 0,875.

Tal y como se puede apreciar en la Tabla 2 los alumnos tuvieron una aceptación muy alta de la teoría de la evolución. Destaca que muy pocos alumnos tuvieron una aceptación baja o muy baja (tan solo 2 alumnos).

En general, si comparamos los resultados sobre fiabilidad de los ítems obtenidos en esta investigación con los que obtuvieron Rutledge y Sadler (2007) se puede comprobar que la correlación total de elementos corregida tiene unos valores notablemente mejores en la muestra de 81 alumnos de Bachillerato, frente a los 61 que utilizaron Rutledge y Sadler (2007) que fueron los creadores del MATE.

Si comparamos estos resultados con los que obtuvieron Miller et al. (2006), referidos en este caso también a la propia aceptación de la teoría de la evolución, se puede apreciar que los alumnos encuestados se situarían entre el segundo y tercer lugar del ranking de aceptación de la evolución, elaborado para 10 países entre los años 2002 y 2003 entre los que se incluye España. Por lo tanto, los alumnos de Bachillerato encuestados estarían por encima de la aceptación media que recoge Miller et al. (2006) para el caso de España, que ocupó el sexto puesto en ese ranking. Sin embargo, si comparamos los resultados

publicados de Wiles y Alters (2011), cuyo estudio se realizó con 81 estudiantes de Arkansas (Estados Unidos) realizada también en institutos de secundaria, su grado de aceptación de la teoría de la evolución, si tenemos en cuenta los alumnos que tuvieron una aceptación alta y muy alta, fue de un 43 %, lo que presenta una proporción mucho más baja que la encontrada en esta investigación.

Aceptación	Alumnos	Porcentaje
Aceptación muy alta	29	35,802
Aceptación alta	31	38,272
Aceptación moderada	19	23,457
Aceptación baja	1	1,235
Aceptación muy baja	1	1,235

Tabla 2. Aceptación de la teoría de la evolución por parte de 81 alumnos de Bachillerato. El porcentaje de alumnos que tuvieron una aceptación alta y muy alta fue de 74 %.

DISCUSIÓN

Dado que todos y cada uno de los 20 ítems contemplados en el test MATE tienen un grado de fiabilidad contrastado estadísticamente, su empleo con estudiantes españoles puede resultar de gran utilidad para abordar el estudio de la teoría de la evolución desde el punto de vista educativo. Recientemente se ha llevado a cabo una experiencia similar pero para ello no se ha utilizado el test MATE (Rivas y González García, 2016). Aunque la enseñanza de esta teoría biológica ha estado lejos de las polémicas que se han establecido en Estados Unidos, la teoría de la evolución llegó tarde a España (Paniagua, 2001; de Unamuno Arriaga, 2002) y sería también interesante establecer si los programas y contenidos sobre la misma son los más adecuados en los diferentes niveles educativos. En este sentido, la Sociedad Española de Biología Evolutiva (SESBE) promueve un foro sobre la enseñanza de la Evolución (<http://www.sesbe.org/>). De acuerdo con la SESBE “resulta extremadamente paradójico que la enseñanza de la Evolución en el ámbito pre-universitario sea, en buena medida, casi anecdótica, con lo que las nuevas generaciones, en cualquier ámbito social al que se dediquen, hablarán de evolución, leerán de evolución, o incluso jugarán a evolución, sin tener, en el fondo, una idea clara de qué es el proceso evolutivo”. Apoyando esta idea, la SESBE ha creado un “evosito” para docentes: <http://www.sesbe.org/evosite/evohome.html>.

El MATE puede resultar, como ha probado esta investigación, una herramienta de gran utilidad para medir el grado de conocimiento y aceptación de la teoría evolutiva. Los tests estadísticos llevados a cabo han demostrado su fiabilidad con alumnos de Bachillerato. Sería de gran interés trasladarlo a otros niveles educativos y también a los docentes españoles.

De momento, los resultados obtenidos con alumnos de Bachillerato muestran una altísima aceptación de la teoría de la evolución si lo comparamos con el resto de los países. En comparación con los resultados obtenidos por Miller et al. (2006), aunque procedentes de otro tipo de test, los alumnos españoles se sitúan entre Francia y Alemania, con Dinamarca en el primer lugar. Sin embargo, los resultados no son enteramente

comparables ya que Miller et al. (2006) no utilizó el MATE para obtener sus resultados. En cuanto al estudio de Wiles y Alters (2011) los estudiantes de nuestro país tuvieron una aceptación muy superior. En este aspecto radica una de las utilidades del MATE: su amplio uso permite plantearlo como una medida de gran utilidad para establecer comparaciones fiables no sólo entre países, sino también entre estamentos, niveles educativos, escuelas, comunidades autónomas...

CONCLUSIONES

El test MATE (Medida de la Aceptación de la Teoría de la Evolución) se ha demostrado fiable de acuerdo con los tests estadísticos empleados y por lo tanto se podría utilizar con alumnos de Bachillerato.

Los alumnos de Bachillerato encuestados mostraron una elevada puntuación en el test MATE (83,062 sobre 100) y, por lo tanto, una alta aceptación de la teoría de la evolución.

Comparado ese nivel de aceptación con el de otros países se encontraría entre los más elevados de nuestro entorno.

BIBLIOGRAFÍA

Castro Nogueira, L. (2007). Docencia y evolución: la biología evolutiva en la enseñanza secundaria. *eVOLUCIÓN*, 2(1), 63-66.

Castrodeza, C. (2009). La darwinización del mundo. Herder.

Darwin, C. R. (1859). *The origin of species by means of natural selection; or, the preservation of favoured races in the struggle for life*. London: John Murray.

Darwin, C. R. (1871). *The descent of man, and selection in relation to sex*. London: John Murray.

de Unamuno Adarraga, M. (2002). El impacto de la Teoría de la evolución darwiniana en España. In Actas del II Simposio "Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945, Cabrera, Cajal, Torres Quevedo": 1, 2 y 3 de agosto de 2000 (pp. 197-206). Amigos de la Cultura Científica.

Dobzhansky, T. (1973). Nothing in biology makes sense except in light of evolution. *The American Biology Teacher*, 35(3), 125-129.

Ha, M, Haury, D. L., y Nehm, R. H. (2012). Feeling of certainty: uncovering a missing link between knowledge and acceptance of evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(1), 95-121.

Miller, J. D., Scott, E. C., y Okamoto, S. (2006). Public acceptance of evolution. *Science*, 313(11), 765-766.

Paniagua, F. B. (2001). La Teoría Sintética de la Evolución en España. Primeros encuentros y desencuentros. Lull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas, 24(50), 289-314.

Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas. BOE 266: 45381-45477.

Rivas, M. L., y González García, F. (2016). ¿Comprenden y aceptan los estudiantes la evolución? Un estudio en bachillerato y universidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 248-263.

Rutledge, M. L., y Mitchell, M. A. (2002). High School Biology Teachers' Knowledge Structure, Acceptance & Teaching of Evolution. *The American Biology Teacher*, 64(1), 21-28.

Rutledge, M. L., y Sadler, K. C. (2007). Reliability of the Measure of Acceptance of the Theory of Evolution (MATE) Instrument with University Students. *The American Biology Teacher*, 69(6), 332-335.

Rutledge, M. L., y Warden, M. A. (1999). The development and validation of the Measure of Acceptance of the Theory of Evolution Instrument. *School Science and Mathematics*, 99(1), 13-18.

Wiles, J. R., y Alters, B. (2011). Effects of an educational experience incorporating an inventory of factors potentially influencing student acceptance of biological evolution. *International Journal of Science Education*, 33(18), 2559-2585.

Anexo 1. Test traducido de la medida de la aceptación de la teoría de la evolución.

1. Los organismos existentes en la actualidad son el resultado de procesos evolutivos que han ocurrido durante millones de años.
2. No es posible comprobar científicamente la teoría de la evolución.
3. Los seres humanos modernos son el producto de procesos evolutivos que han ocurrido durante millones de años.
4. La teoría de la evolución se basa en la especulación y no en la observación y la experimentación científicas válidas.
5. La mayoría de los científicos aceptan que la teoría de la evolución es una teoría científica válida.
6. Los datos disponibles son ambiguos en cuanto a si la evolución se produce realmente.
7. La edad de la Tierra es inferior a 20.000 años.
8. Existe un importante conjunto de datos que apoya la teoría de la evolución.
9. Los organismos que existen en la actualidad presentan esencialmente la misma forma que siempre han tenido.
10. La evolución no es una teoría científicamente válida.
11. La edad de la Tierra es de 4 mil millones de años, por lo menos.
12. La teoría de la evolución actual es el resultado de una sólida investigación y metodología científicas.
13. La teoría evolutiva genera predicciones comprobables con respecto a las características de la vida.
14. La teoría de la evolución no puede ser correcta, ya que no está de acuerdo con el relato bíblico de la creación.
15. Los seres humanos que existen en la actualidad tienen el mismo aspecto que siempre han tenido.
16. La teoría de la evolución se apoya en hechos, así como en datos históricos y de laboratorio.
17. Gran parte de la comunidad científica duda de si la evolución ocurre.
18. La teoría de la evolución da sentido a las diversas características y comportamientos observados en los seres vivos.
19. Con pocas excepciones, los organismos de la Tierra comenzaron su existencia al mismo tiempo.
20. La evolución es una teoría científicamente válida.

Conocimientos de Biología Vegetal en estudiantes de Educación Secundaria. Un estudio comparativo entre centros

Martín-Leyva, A., González-García, F.,* Artacho-Cordón, F., Medina-Gálvez, L.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada

**pagoga@ugr.es*

RESUMEN

Se describen los resultados de un cuestionario aplicado a 379 estudiantes de primer y tercer curso de ESO y primer de bachillerato en dos IES de la provincia de Granada. Los centros se ubicaban en entornos urbano y rural. Se analiza la influencia de las variables de sexo, centro y curso en la progresión de los conocimientos de biología vegetal. Se encuentra que ciertos errores clásicos en la comprensión del mundo vegetal siguen persistiendo entre los estudiantes y aparecen nuevos errores ligados al mundo de la nutrición humana. Destaca el escaso conocimiento aplicado del mundo vegetal incluso entre estudiantes que viven en un entorno ligado con actividades agrícolas, aspecto que parece preocupante en un contexto de protección de la biodiversidad.

Palabras clave

Conocimiento del mundo vegetal, educación secundaria, plantas.

INTRODUCCIÓN

Las plantas como productoras en los ecosistemas terrestres son los elementos imprescindibles de los mismos, aunque a pesar de este papel fundamental son numerosos los estudios que ponen de manifiesto que su estudio en los niveles de educación obligatoria están eclipsados por diversos factores (Barman *et al.*, 2006; Tunnicliffe y Reiss 2000). Strgar (2007) postula que nuestro propio cerebro ignora a las plantas por su falta de movilidad y no las considera amenazantes para nuestra vida en el medio natural. Tunnicliffe (2001) revisa las carencias en el conocimiento del mundo vegetal e incide en el desinterés innato que presenta los menores por su estudio, debido a que los humanos somos animales y no apreciamos sus características vitales. Las referencias a las dificultades para situar a las plantas entre los seres vivos son clásicas en la biografía educativa, ya desde los trabajos de Tamir (1979). En el sistema educativo español el reino vegetal ocupa relevancia en los descriptores del estudio de la diversidad de los seres vivos, en los niveles de primaria y secundaria, aunque los aspectos relacionados con el reino animal ocupan progresivamente más espacio y es particularmente significativo que la enseñanza del mundo vegetal se centra en tópicos como la nutrición vegetal/fotosíntesis a niveles celulares (González-Rodríguez *et al.*, 2012) mientras que disminuye la atención a otros aspectos relevantes a nivel de organismo y de comunidades ecológicas. Particularmente relevante es este último aspecto al obviar la importancia de las plantas en el estudio de la biodiversidad, la protección del medio ambiente y la utilidad del mundo vegetal para el ser humano (Tunnicliffe y Reiss 2000). Varios trabajos proponen que el interés y los conocimientos sobre el mundo vegetal pueden estar mediados por diversos factores sociodemográficos, más allá de los tratamientos exclusivamente escolares, como

el género, el entorno familiar y el propio hábitat de vida de los estudiantes (Menzel y Bogelholz, 2006; Luckmann y Menzel, 2014).

En este trabajo describimos y comparamos los conocimientos que sobre biología vegetal presentan los estudiantes de diversos cursos de dos institutos diferentes (uno ubicado en el centro urbano de la capital de la provincia de Granada y otro en Dúrcal, población capital de una comarca agrícola de la misma provincia). Los resultados son analizados y discutidos. Según Evans *et al.* (2006) allá donde la población no está en contacto con el mundo natural, existe un bajo nivel de conciencia general sobre los problemas ambientales y limitada comprensión de los ecosistemas y los organismos vegetales.

METODOLOGIA

Los dos IES que participaron en el estudio fueron el IES Ángel Ganivet de Granada y el IES Alonso Cano de Dúrcal (Granada). El primero de ellos se encuentra ubicado en el centro de Granada. Fue el primer instituto femenino de la provincia y se trata de un centro público. La mayoría de los alumnos que asisten a él, viven en el centro de la ciudad y proceden de familias dedicadas al sector terciario. El segundo es un centro público de carácter local, con alumnado de Dúrcal y su comarca. El centro se halla ubicado fuera del casco urbano de la localidad pero próximo a éste. El municipio de Dúrcal se encuentra muy ligado a las actividades agrarias, de manera que podemos calificarlos como lugar de actividad agrícola, con los cultivos de la almendra y la aceituna como principal fuente de riqueza.

Participaron un total de 379 alumnos con edades comprendidas entre los 12 y los 18 años. Solo el 4,75% no eran de nacionalidad española. La distribución por centros, cursos y sexo fue la siguiente:

IES A. Ganivet-Granada: 50 estudiantes 1ºESO, 71 estudiantes 3ºESO, 26 estudiantes 1ºBachillerato Humanidades, 26 estudiantes 1º Bachillerato Ciencias.

IES A. Cano-Dúrcal: 67 estudiantes 1ºESO, 87 estudiantes 3ºESO, 30 estudiantes 1ºBachillerato Humanidades, 22 estudiantes 1ºBachillerato Ciencias.

En los cursos de 1ºESO el porcentaje de niños/niñas era del 50% en ambos centros; del 46% mujeres/54% varones en 3ºESO; e igualmente en el bachillerato la relación era del 60% mujeres/40% varones.

Los conocimientos de biología vegetal de los estudiantes se obtuvieron por medio de un cuestionario elaborado por los autores teniendo en cuenta tanto la bibliografía consultada sobre la enseñanza-aprendizaje de la biología vegetal y tras su revisión por los profesores y tutores de los grupos en los dos IES. El cuestionario fue anónimo, completado en el aula y presenta tres bloques de preguntas diferenciados.

Un primer bloque con dos cuestiones de expresión pictórica, en que se indagaba sobre sus ideas respecto a las flores y los árboles de hoja caduca y perenne. Se les solicitaba dibujaran y nombraran dos flores conocidas y que citaran tres árboles de hoja caduca y tres de perenne y dibujaran un árbol de cada uno de los tipos. Un segundo bloque con 24 preguntas de respuesta cerrada, que incluía temas relativos a propiedades generales de las plantas, su nutrición, reproducción, genética y relaciones ecológicas. Las 22 primeras cuestiones eran de respuesta verdadero/falso, y las 2 últimas, el estudiante debía relacionar la pregunta con una situación real. Cada pregunta de las 24 totales, tenía su homóloga en cuanto a conceptos clave, de forma que se controla la posible aleatoriedad de respuesta. Las 24 preguntas se agruparon en bloques de conocimiento para su tratamiento. Hay 5 cuestiones de biología general de los vegetales (producción de

hormonas, movimiento, composición, tamaño, efecto sobre el hombre), 6 preguntas sobre nutrición vegetal; 6 ítems sobre reproducción vegetal, 2 ítems sobre cuestiones ecológicas, 2 de genética y 3 sobre el reino de los hongos.

Un tercer bloque, compuesto por cuatro preguntas de respuesta abierta, en las cuales el alumno debía citar cinco fruto y cinco semilla conocidas y tres ejemplos de plantas beneficiosas y tres de plantas perjudiciales para el ser humano.

Se hizo un primer contacto piloto con un grupo de 1º ESO del IES Ángel Ganivet, tras el cual, se procedió a encuestar al resto del alumnado participante. El diseño de este estudio es de tipo “*intencional*”, pues, por problemas de tipo logístico y de acceso, no se pudo extraer una muestra representativa de forma aleatoria.

Esta investigación se basa en el estudio de variables de tipo cualitativo, por lo que los análisis realizados serán los adecuados para tratar dichas variables. Tan solo en la realización del análisis de correlación, se transformaron en variables cuantitativas, siendo el valor 0=incorrecto y el valor 1=correcto. Los análisis se realizaron teniendo en cuenta el género de los alumnos, el curso escolar, y el centro al que pertenecen. En todos ellos, sólo se tuvo en cuenta el valor de la significancia bilateral. Para el bloque de expresión pictórica se generaron tablas de frecuencias, para analizar de forma descriptiva cada tipo de respuesta dada por los alumnos, así como saber el orden en las que se citan. Para analizar las preguntas, agrupadas en bloques según la temática, se utilizó la prueba Chi-cuadrado. Entre preguntas homólogas se realizaron análisis de correlación, transformando las variables cualitativas en cuantitativas, para saber si existían relaciones entre ellas. Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson y el de Spearman para estudiar el grado de covariación, si responde a curvas normales o si no responde a ellas, respectivamente. Para el tercer bloque del cuestionario, se usó los porcentajes de respuestas de cada ejemplo dado por los alumnos.

RESULTADOS

Primer bloque de cuestiones. Sobre representaciones pictóricas

En relación a la representación pictórica, cabe indicar que casi la totalidad de los estudiantes contestan a ésta primera cuestión, siendo la margarita la flor más representada, seguida de flores ornamentales, como la rosa y el tulipán (los estudiantes las denominan así, más allá de sus aptitudes artísticas). Los porcentajes por centros son muy similares.

Al solicitar que nombren árboles de hoja caduca conocidos, resalta que la primera opción es la respuesta “*ninguno*” con un 30,3% (37% de Granada y 24,7% de Dúrcal), seguido por “*manzano*” con un 14,5% (19,1% de Granada y 10,6% de Dúrcal) y “*cerezo*” con un 12,1% (6,9% de Granada y 16,5% de Dúrcal). Como segundo árbol caducifolio nombrado, destaca de nuevo la respuesta “*ninguno*” con un 41,7% (45,6% de Granada y 38,3% de Dúrcal), seguido por “*almendro*” con un 10,8% (7,5% de Granada y 13,6% de Dúrcal) y “*cerezo*” con un 8,4% (4% de Granada y 12,1 de Dúrcal). Como tercer árbol caducifolio mencionado, vuelve a destacar la respuesta “*ninguno*” con un 52,2% (55,4% de Granada y 49,5% de Dúrcal), seguido por el “*almendro*” con un 5,5% (5,7% de Granada y 5,3% de Dúrcal) y el “*cerezo*” con un 5,2% (5,2% de Granada y 5,3% de Dúrcal). Es decir, globalmente, los alumnos nombran como árboles de hoja caduca más conocidos al manzano, al cerezo y al almendro, pese a predominar un elevado porcentaje de estudiantes que declaran su desconocimiento.

Al citar árboles de hoja perenne, los más conocidos son el pino, el olivo, el ciprés y el abeto pese a predominar, de nuevo, un elevado porcentaje de desconocimiento (el 26% en primera opción, 44% y 56% en segunda y tercera opción).

De forma general, el 83% de los árboles caducifolios representados por los alumnos de ambos centros, son, básicamente, el mismo esquema de árbol pero diferenciados por el tipo de fruto que mostraban, aunque más del 75% de los dibujos no mostraban ni flores ni frutos en estos árboles. En la Figura 1 se muestran algunos ejemplos.

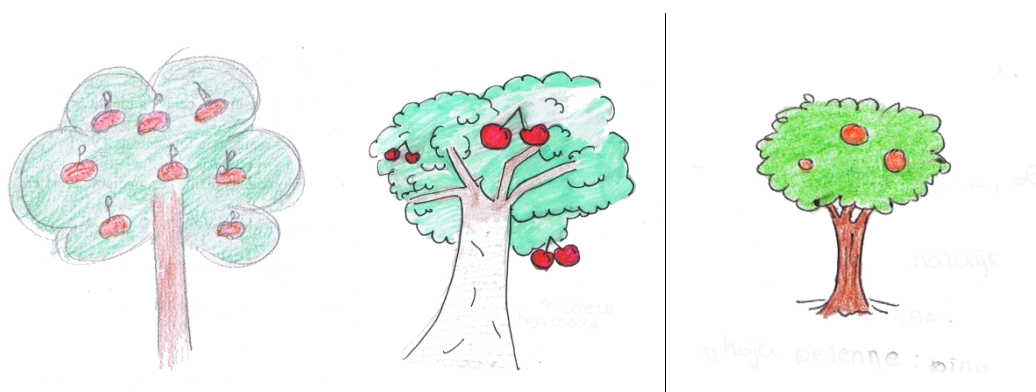


Figura 1. Representaciones gráficas de árboles caducifolios

Respecto a los dibujos de árboles de hoja perenne, el que con mayor frecuencia se dibuja es el los estudiantes denominan como “pino”.

Segundo bloque de cuestiones. Conocimientos biología vegetal

En relación a las cuestiones sobre el conocimiento de la biología vegetal más tratadas en el curriculum escolar resaltamos aquellos temas donde se encuentran diferencias estadísticamente significativas.

Sobre las propiedades generales del reino vegetal (5 ítems) se encuentra diferencia significativa por sexo en uno de los ítems, siendo significativo que las chicas declaran de forma errónea que las plantas no tienen hormonas. Para la cuestión *“las plantas se mueven”* sólo existen diferencias significativas por centro educativo. Los alumnos del centro urbano tienen un porcentaje mayor de aciertos, que los alumnos del centro rural. Por curso se observan diferencias significativas para todas las preguntas del bloque, a excepción de una pregunta *“si sólo te alimentases de verduras y fruta, ¿engordarías?”*. Conforme se progresa en los cursos, las respuestas acertadas tienen mayores porcentajes.

Apreciamos dos correlaciones significativas, ambas de tipo positivo. Las respuestas correctas a *“las plantas contienen grasas”*, está relacionada con la respuesta correcta a la pregunta *“si sólo te alimentases de verduras y fruta, ¿engordarías?”*. De igual modo hay correlación entre las respuestas correctas a *“las plantas producen hormonas”*, y *“si sólo te alimentases de verduras y fruta, ¿engordarías?”*.

En las preguntas sobre la nutrición vegetal (6 ítems) se encuentran diferencias por sexo en dos cuestiones, *“las células vegetales tienen mitocondrias”* (responden correctamente más los varones) y *“las plantas respiran de día y de noche”* (responden mejor las mujeres). Por centro escolar se observan diferencias significativas para la pregunta, *“las células vegetales tienen mitocondrias”*, (se da un mayor número de respuestas correctas en los alumnos del centro de Granada) y para la pregunta *“con quién es más peligroso dormir”*, (acertando más los alumnos de Dúrcal que los de Granada). Por curso se observa un mayor porcentaje de aciertos al avanzar los años en tres de las cuestiones: *“las plantas*

respiran de día y de noche”, “*todas las plantas son autótrofas*” y “*las plantas carnívoras realizan la fotosíntesis*”. No hay progreso en las otras tres cuestiones del bloque, siendo notable el mantenimiento de la idea de que “*con quien es más peligroso dormir*”, por supuesto es con la planta. Las correlaciones significativas entre ítems fueron muy débiles y en algún caso positiva y en otras negativas.

En las cuestiones sobre reproducción vegetal (6 ítems) existen diferencias significativas para la pregunta “*todas las flores son hermafroditas*” (siendo mayor el número de respuestas correctas en las mujeres); por centro escolar solo hay diferencia en la pregunta “*la polinización por el viento es reproducción sexual*” (dando un mayor número de respuestas correctas en el centro de Granada). Por curso escolar solo en dos cuestiones se aprecia de forma significativa una mejora de respuestas correctas al avanzar en los cursos (“*la polinización por el viento es reproducción sexual*” y “*Todas las plantas tienen flores*”). En los estadísticos de correlación entre ítems se aprecia algunos casos de relaciones positivas y en otra negativa pero con valores débiles.

En las cuestiones sobre las relaciones ecológicas en el mundo vegetal (2 ítems) no hubo diferencias significativas por sexo. Por centro las respuestas fueron más correctas en el centro de Granada capital y se aprecia una tendencia de mayor respuesta positiva en los sucesivos cursos. No hubo una correlación clara entre los ítems.

En los ítems de genética vegetal no se encontraron diferencias significativas ni por género, ni por centro educativo, ni por curso. Tampoco se encontraron correlaciones significativas.

En el bloque sobre los hongos (3 ítems) no se encontraron diferencias significativas por género. Por centro escolar se encuentran diferencias significativas a favor del centro de Granada en dos ítems (“*los hongos realizan la fotosíntesis*” y “*los hongos son heterótrofos*”). Por curso solo hay progreso significativo para el ítem “*los hongos son plantas*”. Las correlaciones entre ítems fueron débiles.

Como tendencia general, no existen diferencias significativas entre las modalidades de Ciencias y Humanidades de bachillerato, excepto en dos preguntas de nutrición vegetal, dos de hongos, dos de reproducción y una de biología general donde hay más acierto en la en la modalidad de Ciencias. En una cuestión de reproducción hay más aciertos en Humanidades.

Tercer bloque de cuestiones. Usos vegetales

Al solicitar a los estudiantes que indicaran frutos y semillas conocidas, de forma global el 76% de los alumnos y alumnas solo citaban frutos carnosos, el 16% nombraban carnosos y secos, el 4% solo daban ejemplos de frutos secos y un 3% no era capaz de citar ejemplos de frutos. Los frutos más citados eran la manzana, la pera y el melocotón. Es relevante que un 11% no era capaz de dar los cinco ejemplos solicitados. No hubo diferencias significativas por sexo, centro educativo o curso. Las semillas más nombradas por los estudiantes se citaban en una tercera parte de los casos como “*semillas de...*”, en otra tercera parte se daban nombres propios de semillas y en el resto no se conocía ninguna. No hay diferencias significativas.

Al solicitar plantas beneficiosas para el hombre no se encontraron diferencias por sexo, curso o centro. Las más nombradas fueron “*aloe vera*”, “*manzanilla*” y “*árboles frutales*”. Solo fue significativo la ausencia de respuestas en el centro de Dúrcal frente al de Granada.

Las plantas percibidas como perjudiciales para el hombre que se citan con más frecuencia son “*la marihuana*” (con diferencia significativa para el centro de Granada), “*el tabaco*”, “*la ortiga*” (con significación para el centro de Dúrcal) y “*la mala hierba*”; siendo muy elevado el porcentaje de estudiantes que citan a las “*setas venenosas*” o que no dan respuestas o declaran no conocer ejemplos.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las representaciones tanto de las flores como de los árboles que realizan los estudiantes parecen ser más modelos o arquetipos mentales que representaciones realistas de los conocimientos botánicos que se les solicitaban. Parece que existe un “*esquema estándar de árbol*”, que se identifica con un ejemplo de árbol frutal en el que la única diferencia entre especies es el tipo de fruto que dan. En los árboles de hoja perenne, la inmensa mayoría los representa sin flores ni frutos, idea ya descrita (Díaz de Bustamante *et al.* 1989) El propio concepto de árbol de hoja caduca y perenne tuvo que ser explicado en muchos casos en el momento de realizar el dibujo. Este hecho denota un importante desconocimiento, no ya de la taxonomía vegetal, sino de la biología básica de las plantas en su entorno ecológico. Fenómeno que se ha denominado como “*plant blindness*” (Wandersee y Schussler, 2001).

Aunque el estudio es limitado en número de estudiantes y el cuestionario de conocimientos puede ser revisador, los resultados vuelven a incidir en errores muy habituales en toda la bibliografía didáctica más conocida. Los errores sobre el peligro de dormir con plantas por la noche, la consideración de los hongos como plantas, la identificación de las mitocondrias en las células vegetales y la falta de reproducción sexual en las plantas, son todos ellos clásicos. En nuestro estudio se revelan concepciones equivocadas sobre la composición vegetal (no contienen grasas), parece que estas solo se ligan a los animales; y sobre las hormonas (no las hay en plantas) de igual forma solo evidentes en animales y en particular para las mujeres.

En los resultados sobre frutos y semillas se aprecia una gran confusión. Los conceptos de fruto, fruta y semilla parecen interferir con el lenguaje cotidiano (Font Quer, 1979) y se tiende a identificar continente (fruto) y contenido (hueso-semilla). Se aprecia, de nuevo, gran desconocimiento de los ciclos vitales de las plantas, tal como indica Cherubini *et al.* (2008), evidenciando que no se liga a las semillas con los productos vegetales que consumimos.

Las posibles relaciones sociodemográficas que proponíamos en nuestra hipótesis inicial fueron más evidentes al solicitar ejemplos de plantas beneficiosas y perjudiciales. En el entorno urbano una planta se citaba significativamente, la marihuana; mientras que en el entorno rural lo eran plantas como la ortiga o las malas hierbas de los cultivos. Sin embargo en otros ítems, estas influencias familiares o sociales no se mostraron significativas.

Aún dentro del relativamente bajo nivel de conocimiento sobre la biología vegetal, es positivo que hay un significativo avance en casi todos los bloques de contenidos al progresar en la escolarización. La biología vegetal se trata en los cursos de primero y tercero de ESO, pero no en cuarto curso. No es extraño por tanto que la diferencia entre los primeros cursos de bachillerato de ciencias y humanidades sea tan escasa.

Diferentes estudios describen que la amplia comprensión que los niños tienen de los animales se debe, en parte, a la interacción que tienen con ellos en su vida cotidiana (Gelman, 2009), por lo que parece importante promover la relación entre los estudiantes y el reino vegetal, mediante el uso de especímenes reales en el aula o actividades en el

campo que permitan una interacción más directa con la naturaleza, para crear lecciones atractivas que promuevan el interés por las plantas (Lindemann-Matthies 2005). En el aula, además de escoger como material de estudio ejemplos conocidos por los alumnos, se deberían estudiar una diversidad más amplia de especies botánicas, evitando así la simplificación que presentan los textos. Además de actividades *hands-on*, como pueden ser la plantación, la disección de flores y semillas reales (no de plástico), se debe insistir en un adecuado apoyo visual a la hora de abordar las estructuras botánicas, como la elaboración de herbarios o el uso de la lupa y el microscopio para analizar los ejemplares recolectados. Muchas de estas recomendaciones pueden ser realizadas con el apoyo de tecnologías digitales, aunque podemos volver a sustituir la realidad vegetal (bastante disponible en la naturaleza y desde luego más manejable que la animal) por realidades virtuales (en el papel de los libros o en las pantallas de los ordenadores) y la ceguera por el mundo vegetal podría perpetuarse en las aulas

Esta ceguera o falta de visualización del reino vegetal es un impedimento para una correcta toma de conciencia de la crisis ecológica que nos afecta, siendo llamativo que ni siquiera en entornos rurales los estudiantes parezcan percibirla de forma diferenciada a estudiantes inmersos en un mundo urbano.

BIBLIOGRAFÍA

Barman, C., Stein, M., McNair, S. & Barman, N. (2006). Student's ideas about plants and plant growth. *American Biology Teacher*, 68(2):73-79.

Cherubini, M., Gash, H. & McCloughlin, T. (2008). The Digital Seed: an interactive toy for investigating plants. *Journal of Biological Education*, 42:3, 123-129.

Díaz de Bustamante, J., García, F., y García-Rodeja, I. (1989). Flores, fritos, sementes: Ideas dos nenos sobre as partes das plantas. *Boletín das Ciências*, Octubre, 70-76.

Evans, S., Garside, C., Gebbels, S., Stockill, J. & Green, M. (2007). The 'citizens' day: encouraging young people to acquire, value and use environmental knowledge. *American Scientist*, 7(10), 45-50.

FontQuer, P. (1979). *Diccionario de botánica*. Labor: Madrid

Gelman, S. (2009). Learning from others: children's construction of Concepts. *Annual Review Psychology* 60:115-140.

González Rodríguez, C., García Barros, S y Martínez Losada, C (2012). La nutrición vegetal desde el pensamiento docente. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 93-105.

Lindemann-Matthies, P. (2005). 'Loveable' mammals and 'lifeless' plants: how children's interest in common local organisms can be enhanced through observation of nature. *International Journal of Science Education*, 27 (6):655-677.

Lückmann, K. & Menzel, S. (2014) Herbs versus trees: influences on teenagers' knowledge of plant species, *Journal of Biological Education*, 48:2, 80-90, DOI: 10.1080/00219266.2013.837404

Menzel, S., & Bogeholz, M. (2009 9). "The Loss of Biodiversity as a Challenge for Sustainable Development: How Do Pupils in Chile and Germany Perceive Resource Dilemmas?" *Research in Science Education* 39 (4): 429-447.

Strgar, J. (2007). Increasing the interest of students in plants. *Journal of Biological Education*, 42(1):19-23.

Tamir, P. (1979). Evaluation, botany and zoology in the frame of biology learnings (in Hebrew). *Biology Teacher's Leaflet*, 45, 23-32

Tunncliffe, S. (2001). Talking about plants-comments of primary school groups looking at plants as exhibits in a botanical garden. *Journal of Biological Education*, 36, 27-34. -

Tunncliffe, S., & Reiss, M. (2000). Building a model of the environment: how do children see plants? *Journal of Biological Education*, 34(4):172-177

Wandersee, J. & Schussler, E. (2001). Toward a theory of plant blindness. *Plant Academic Bulletin*, 17(1):2-9.

Why are soils different? A lab with the ibse approach

Pennesi, D., Acqua, A., Stacchiotti, L., Paris, E.

*University of Camerino Italy School of Science and Technology, geology division
daniela.pennesi@unicam.it*

ABSTRACT

This didactic research is part of a PhD project in the Geoscience education in the University of Camerino-Italy. The project focus on investigating the characteristics of soil and interactions between different parameters influencing pedogenesis, like climate and the parent rock.

The purpose of this laboratory is to produce didactic materials for students in the age range 11-14 years and for teachers without specific Geology background. The activity has been proposed using the IBSE (Inquire Based Science Education) approach which stimulates the formulation of questions and actions to solve problems and understand phenomena, contributing to the active learning, to promote collaboration among students and to enhance students' motivation, increasing knowledge and competences.

The soil is the topic of interest because it can represent a “fil rouge”, allowing a strong interdisciplinary approach, giving the teachers the possibility to introduce Earth science.

Key words

Soil formation, IBSE approach, totems, laboratory.

INTRODUCTION

During my PhD project at Teaching Earth Sciences at University of Camerino, I created some didactic resources on soil and geomaterials topic for teachers and students in the age range 11-14 years.

Why choosing the soil? Because the topic is part of the science Italian schools program although it is not always addressed in detail, as I realized during my previous teaching experience. Therefore, the idea was to create teaching material "ready to use" to facilitate the teaching of those teachers not specialized in earth sciences. This topic is also multidisciplinary, it allows connections with biology (investigating soil fauna or the plants growing on different agricultural soils), connections with chemistry (parsing the pH of soil samples) with environmental education (when approaching the concept of soil as a limited resource).

Moreover the IBSE approach contributes to stimulate active learning, to promote collaboration among students and to enhance students' motivation, increasing knowledge and competences even for the students with learning difficulties or less prone to attention and study dedication. However, in spite of established validity and wide spread use, in Italy and in the schools of the Marche regions IBSE is still scarcely adopted as a teaching method, therefore this PhD project is particularly useful to increase the knowledge of the PhD students, as well as to enter in contact with the teachers in their school, to show practical applications which they could therefore replicate in their classes in the future.

DESCRIPTION

The activity is a lab on soil formation using the IBSE approach.

The experimentation is preceded by the administration of a pretest on soil formation and on soil knowledge in general. After the laboratory follows a post test with similar questions to the pre-test.

During the lab the students have to inquire to the IBSE-question: "*why are soils different*"? They carry out their analysis through the of totemic objects and through paper-based information's.

The aims of carrying out the lab are:

- to understand which and how many variables influence the soils formation.
- to know the various soil's layers and the chemical elements and compounds responsible of the different soils colors.
- to work in group and cooperate for a common solution.

MATERIALS

The totems are made of polystyrene, covered with cement and acrylic painting (h 30 cm, l 10 cm, L 15cm). They represent artistically the progressive soil formation. Twenty totems, divided in five groups each of four totems. (Fig.1 a-d)

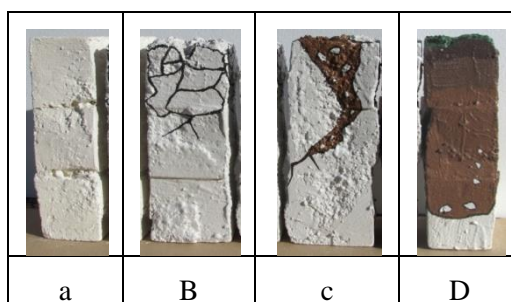


Fig.1 a-d The progressive formation of an evolved soil starting from a parent rock

The first totem of each group, shows the parent rock not altered. (Fig.1a) Then the second totem shows the upper part of the rock is fractured and the formation of clay minerals start. (Fig.1b). The third totem shows the increase in soil formation and the presence of the first pioneer plants. (Fig.1c). The forth totem finally shows an evolved soil and the presence, eventually, of well differentiated horizons. (Fig.1d).

Two groups show a calcareous parent rock, with two different kind of soil evolution: a clay-rich humus-poor soil, typical of Italian countryside and a well differentiated soil horizons, typical of temperate-humid continental climates. Another two groups demonstrate a basaltic rock forming: a soil rich in clay and humus, typical of volcanic areas and a lateritic soil, typical of tropical and sub-tropical humid climates. The last group show a calcareous sand stone parent rock, with a red soil typical of the mediterranean climate.

The students are also provided of symbols representing weathering and living components. They are located on a stick, to be inserted in the totems during the activity (fig. 2).

Some paper documents accompany the lab materials, providing information about: the various types of soil, a reminder to the rock classification and in particular to the description of basalts, limestone, sandstones and clays, the description of soil layers with images, some info on pedogenesis.

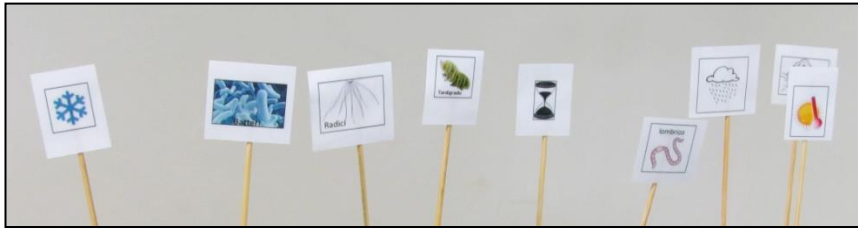


Figura.2. Graphic symbols representing weathering and living components

EXPERIMENTATION

The activity was tested on several classes of Marche Region - Italy, with a class used as a control, where the same topic was proposed using a video and a power point.

The students were divided into five groups to cooperate in the IBSE-question inquiry. The groups are heterogeneous in composition and each one with a set of totems, have a fixed time to carry out the tasks. The totems were provided to the groups randomly.

All the IBSE activity is carried out by the teacher/PhD whereas the class teacher has the role of observer, evaluating the activity of the different working groups and, only at the end, evaluates the knowledge acquired.

First IBSE phase (Engage) 10 min.

The pupils, in each group, observe the totems and discuss the order to give to the four totem provided. They discuss about the meaning of the colors and the drawings in the totems, to find a connection between the four of them (Fig. 3).

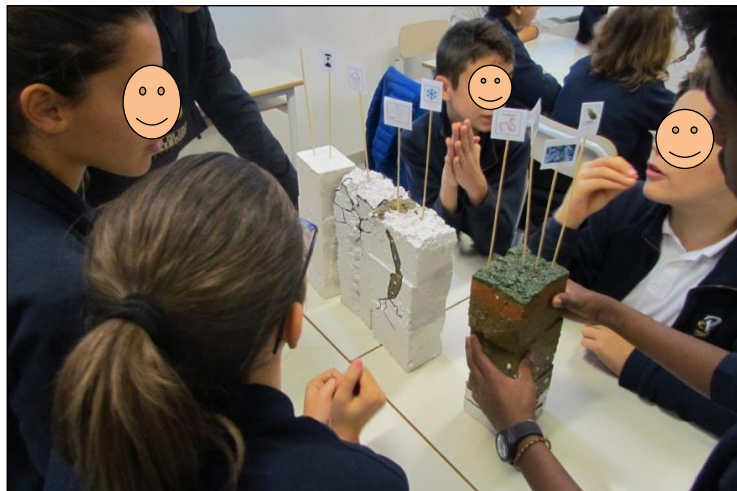


Figura 3. Engage

Second and third IBSE phase (Explore - Explain) 40 min.

During the first 20 min the students read the information on the document provided by the PhD-teacher, to answer the IBSE question "why are soils different"? (Fig. 4). In the following 20 minutes min, they observe again their totems and they are asked to fill up an observation worksheet, describing the type of parent rock and the type of soil following

their colors. Then they explain what each totem represents and finally they describe what the 4 totems, in the sequence represent.



Figura 4. Explore-Explane

Fourth IBSE phase (Elaborate) 10 min:

Through observation of a general soil profile, students must identify which horizons are present in their totems and draw them. (Fig.5)



Figura 5. Elaborate

Fifth IBSE Phase (Evaluate) 10 min.

After the investigation and the data collected, each group writes to the worksheet the indication of the type of climate in which the soil forms. A representative for each group shows to the class the results and explain which data and clues support the conclusion reached. A general discussion follows about the correctness of the results obtained.

Some days after the activity, a post-test is administered to verify the acquisition basic knowledge on soil formation and the ability to answer correctly to IBSE question, which was first given in the pre-test, then proposed in the lab activity and last repeated in the post-test.

RESULTS

The results obtained from the satisfaction questionnaires show that the students were very involved in all activity phases and positively interacting between each other, even those

more reluctant to study or to follow the lessons in school. In fact, the worksheets produced during the IBSE activity show attention to the reading of the document, in spite it was full of information and quite long for the allotted time given to students of this age range. This means that the students were interested and they were able to apply successfully the information they read to the interpretation of the totems. The worksheets were filled up accurately.

With the group inquiring and the observation of 3D totems, 90% of the students answered the IBSE questions correctly and they understood the role of the factors influencing the different soil formations (parent rock, climate and living components).

During the final discussion the students pointed out time as one of the most important factors, although this wasn't mentioned previously by the teacher. In fact, 53% of students answered the following question correctly: "for the formation of 10 cm of soil, how long does it take?", compared to 12% of pre-test answers.

CONCLUSIONS

The IBSE activity on soil formation was very well received by the students (10-14 years old) and the teachers of the schools of the Marche Region (Italy). The teachers of the classes involved were asked to fill up a questionnaire and to answer some questions in informal interviews to give comments or hints about the activities. The data collected on the teachers reveal that they aren't prepared enough to approach the IBSE methods by themselves and to carry out their own activities, but that this experimentation and the availability of some ready-to-use materials will certainly help in encouraging them.

The teachers appreciated especially the cooperative learning and precise timing of the lab activity, because, acting as observers, they evaluated the behaviors of their students from the distance and noticed how precisely they responded to the rules of the activity and how well they carried out the different tasks to solve the IBSE question and how correctly they answered the questions.

REFERENCES

Book's Chapter

Strahler A. (2015). *Fondamenti di geografia fisica*. Zanichelli (Ed), *Suoli del mondo* (pp 245-246, pp 252-265).

Thesis

Scapellato B. (2014). PhD thesis: *a pilot training course to take IBSE approach in Earth Science teaching in Italian secondary schools: analysis of teachers' perceptions*, University of Camerino, Italy.

Actitud del alumnado de ESO hacia la Geología: primeros resultados de un estudio en la Comunidad Autónoma Vasca

Sanz, J.,¹ Zamalloa, T.,¹ Echevarría, I.,¹ Maguregi, G.,¹ Fernández, L.,¹ Casas, N.²

¹ *Departamento Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales,
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea,* ² *Lauaxeta Ikastola*

josu.sanz@ehu.eus

RESUMEN

En esta comunicación se presentan los primeros resultados de un análisis de las actitudes hacia la geología y su enseñanza en el alumnado de 4º curso de ESO en la Comunidad Autónoma Vasca. Para ello se ha diseñado una encuesta que ha sido respondida presencialmente por 836 estudiantes, en una muestra que puede considerarse representativa. Los resultados obtenidos apuntan hacia un desinterés hacia esta disciplina así como una falta de curiosidad hacia los fenómenos geológicos que les rodean. Sin embargo, consideran la geología útil para el aprendizaje de otras disciplinas y manifiestan que se acercan al conocimiento de la geodiversidad mediante la realización de visitas a equipamientos de interés geológico u otras actividades como clubs de tiempo libre o campamentos.

Palabras clave

Actitudes hacia las ciencias, geología, Educación Secundaria Obligatoria, geodiversidad.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio se enmarca en una línea de trabajo sobre la formación en geología en la educación secundaria en la que este grupo de investigación ha venido trabajando desde el año 2010. Primeramente se realizó un diagnóstico del perfil del profesorado de la ESO en la Comunidad Autónoma Vasca (CAPV), de sus expectativas sobre la educación en geología y sobre la integración de las salidas de campo en la mejora de la enseñanza de la geología (Zamalloa *et al.*, 2014). Posteriormente se realizó un estudio de los aspectos no formales en la formación en geología y geodiversidad, es decir, un análisis desde el punto de vista educativo de los centros de interpretación existentes en las zonas de mayor interés geológico en el País Vasco (Sanz *et al.*, 2015). El estudio sobre el alumnado que se presenta en este trabajo, de su visión y actitudes hacia la geología, completa este escenario general de la formación geológica que se realiza en la educación secundaria obligatoria en la Comunidad Autónoma Vasca.

Las actitudes del alumnado hacia las ciencias

La pérdida de interés de los jóvenes por lo científico no se circunscribe a la geología sino que se hace extensiva a las ciencias en general, como quedó de manifiesto en el Informe Rocard (Rocard *et al.*, 2007). Se han realizado numerosas investigaciones sobre el rendimiento y las actitudes del alumnado de educación primaria y de educación secundaria hacia las ciencias y hacia la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

Durante la educación primaria el alumnado muestra curiosidad e interés por las disciplinas científicas, pero este interés disminuye durante la adolescencia, especialmente entre las chicas (Schreiner y Sjøberg, 2004). Algunos estudios determinan que esa actitud comienza al final de la educación primaria (Pell y Jarvis, 2001). El alumnado de educación secundaria tiene una actitud negativa respecto al conocimiento y aprendizaje de las ciencias, aunque reconocen los beneficios tanto de la ciencia como de la tecnología y su influencia en la sociedad (Vázquez y Manassero, 2008). Las razones parecen apuntar a una percepción de la ciencia como difícil, aburrida e irrelevante para la vida cotidiana.

Las actitudes del alumnado hacia la geología

La presencia de la geología en el curriculum escolar se enfrenta a diversas amenazas. Por una parte las autoridades educativas relegan a las ciencias frente a otras materias, y por otra parte la geología tiene menor presencia en el curriculum que las otras ciencias, a lo que se suma que no se imparten todos los contenidos que aparecen en los currículos oficiales (Pedrinaci, 2012). Este último hecho es especialmente significativo en la ESO donde la geología comparte asignatura con la biología, habiendo una supeditación de la primera con respecto a la segunda, entre otras razones por la falta de formación específica de los docentes, las dificultades de éstos ante una ciencia que consideran menos ‘atractiva’ y que incluso definen como ‘inmóvil’ (Hernández, 2006).

En este sentido es cierto que varias características de la geología –la imposibilidad de observación directa o la dificultad para reproducir algunas características físicas (García Cruz, 1998)– pueden hacer que ésta sea más abstracta y lejana en su relación con la vida cotidiana a los estudiantes. Pero no es menos cierto que las ciencias de la Tierra son necesarias para la comprensión de muchos fenómenos globales y de la Tierra como un sistema complejo. Se desarrolla además una mayor comprensión espacial y una mejor observación del entorno, además de tender lazos entre el conocimiento del medio y el ámbito social a través del conocimiento de los usos de los recursos geológicos a lo largo de la historia, entre otros aspectos (Fermeli *et al.*, 2012).

Esta situación en la educación contrasta enormemente con la relevancia científica, económica y social hacia todo lo relacionado con la geología o la geodiversidad, que no ha dejado de aumentar en las últimas décadas. Por otro lado, cuestiones como los desastres naturales, el cambio global o la crisis de la energía no pueden comprenderse sin el cuerpo teórico y procedimental aportado por la Geología (Calonge, Meléndez y Fermeli, 2011).

En esta comunicación se presentan los primeros resultados en la determinación de los factores que afectan a las actitudes de los estudiantes de la ESO hacia la geología. El estudio de factores externos (entornos social y afectivo, sexo, aficiones, capacidad del alumnado) e inherentes al aula (perfil del profesorado, metodología didáctica, etc) que se propone realizar en este proyecto, completa desde un punto de vista de la ciencia educativa los estudios que ha venido desarrollando este equipo de trabajo, relativos al análisis del perfil del profesorado, de las salidas de campo y la capacidad y potencial educativo los centros de interpretación geológica.

Mediante este análisis multidimensional (identificación y actitud del alumnado ante la geología, perfil del profesorado, capacidad educativa de la oferta no formal) se dispondrá de la base científica que posibilite el desarrollo de intervenciones educativas para un aprendizaje más significativo, en la línea de las promulgadas por la alfabetización de las ciencias de la Tierra.

OBJETIVOS

Tomando como base los estudios que han identificado los factores que determinan las actitudes del alumnado ante la ciencia (de Pro y Pérez, 2014), el presente estudio quiere concretar el alcance al ámbito de la geología. En concreto, el estudio se circunscribe al alumnado de 4º curso de la ESO de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV).

El objetivo ha sido la identificación y el análisis de los factores que afectan a las actitudes del alumnado de secundaria hacia el aprendizaje de la geología a través del análisis de los siguientes factores:

- si la geología despierta curiosidad en el alumnado de ESO.
- cómo valoran la enseñanza de la geología.
- si consideran que la geología es útil a la sociedad.
- qué formación e información sobre geología reciben fuera del aula.

METODOLOGÍA

Para lograr los objetivos propuestos primeramente se ha diseñado una encuesta para recoger la opinión del alumnado sobre los aspectos planteados. Seguidamente se ha contactado con centros de secundaria para pasar la encuesta, y en una última fase se ha realizado el análisis de los datos. Se detallan a continuación cada una de estas fases.

Diseño de la encuesta

Para recoger la información sobre las actitudes hacia la geología del alumnado de ESO de la CAPV se realizó una revisión bibliográfica sobre investigaciones que habían abordado la recogida de información sobre las actitudes hacia la ciencia (FECYT, 2005; De Pro y Pérez, 2014; Schreiner y Sjøberg, 2004) y otras que sobre el interés hacia la geología (Fermeli et al., 2012). Posteriormente se procedió al diseño de la encuesta, que consta de veinticinco preguntas agrupadas en cinco apartados, correspondientes a los aspectos que interesa investigar.

El primer apartado recoge información de carácter formal sobre los centros educativos en los que se realiza la encuesta. Los otros cuatro apartados están dirigidos a conocer la actitud hacia la geología del alumnado encuestado.

El segundo solicita una valoración general sobre la geología mediante una serie de frases sobre las que debe indicar su grado de acuerdo, utilizando una escala tipo Likert con seis niveles de respuesta (desde el 1 como muy bajo, al 6 como el más alto).

El tercer apartado indaga sobre su opinión acerca de la Física, Química, Biología y Geología, sobre sus conocimientos de carácter general, si conocen a algún científico o científica relacionada con esas materias o si consideran que la geología es una disciplina útil para el resto de las ciencias.

El cuarto apartado aborda cuestiones relacionadas con la enseñanza de la geología, si le gustan o no los contenidos que se estudian en geología, o la realización de salidas, o las prácticas de laboratorio.

El último y quinto apartado recoge opiniones sobre la presencia de la geología en la vida cotidiana o el entorno cercano.

Recogida de datos

Analizando el curriculum de la ESO (LOE) se puede decir que el primer curso en el que existen diferencias en cuanto a la optatividad de la asignatura de biología-geología es 4º de ESO. Esto indica que los conocimientos y actitudes de esta materia podrían considerarse homogéneos hasta este momento y, sin embargo, dejarían de serlo tras cursar el cuarto curso. Por este motivo se acordó tomar como muestra al alumnado de 4º de ESO en su totalidad, es decir, tanto aquellos alumnos que durante el curso 2014-2015 cursaban la asignatura de Biología y Geología como los que, por el contrario, no lo hacían.

Se seleccionaron 25 centros teniendo en cuenta su titularidad: pública (58%) y concertada (42%), el número total de centros en cada territorio histórico y si eran centros pequeños o centros grandes, de manera que en Bizkaia y en Gipuzkoa, se seleccionaron 10 centros respectivamente y 5 centros en Araba.

En cada centro se solicitó la participación de todo el alumnado de 4º de ESO. Se respondieron 836 encuestas (237 en Bizkaia, 396 en Gipuzkoa y 203 en Araba) la mitad realizada por chicas y la otra mitad por chicos. El 57% estaba cursando la asignatura Biología y Geología. La tasa de respuesta ha sido elevada, ascendiendo al 60%, cuando en este tipo de estudios se logra aproximadamente un 10%.

Los centros fueron contactados tanto de forma telemática como presencial. El alumnado respondió la encuesta en papel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan a continuación corresponden al análisis de algunas de las preguntas del cuestionario: interés hacia la geología, valoración de su enseñanza, percepción de su utilidad y la formación y/o información que reciben sobre geología fuera del ámbito escolar.

¿Despierta curiosidad la geología en el alumnado de ESO?

Ante la pregunta *Cuando salgo al monte o a la playa me pregunto cómo se han formado los paisajes que me rodean*, el 75% del alumnado manifiesta que siente muy poca o ninguna curiosidad respecto a la formación del paisaje que le rodea. Sólo el 3,2% admite que se cuestiona sobre los fenómenos geológicos que han derivado en el paisaje que le rodea.

Sin embargo, cuando se les pregunta *Me gustaría saber cómo evolucionará la Tierra en el futuro*, el 66% del alumnado se sitúa entre el nivel 4 y el nivel 6 de respuesta.

A tenor de las respuestas parece que el alumnado está más interesado o siente una mayor curiosidad sobre los fenómenos que en un futuro pueden suceder en la Tierra, que sobre los fenómenos ya acontecidos y que han dado lugar al paisaje actual.

¿Cómo valoran la enseñanza de la geología?

En este apartado se trata de conocer el interés del alumnado hacia la Geología y cómo perciben su enseñanza.

En cuanto al interés, sólo el 6,5 del alumnado encuestado considera que la Geología es interesante. Es de destacar que el 60% del alumnado considera la geología nada interesante (21%) o poco interesante.

Sin embargo, el alumnado considera que la asignatura de Geología tiene una dificultad media, ya que el 52% de las respuestas se encuentran entre el nivel 3 y el nivel 4.

Por lo tanto no se correlaciona la dificultad con la que perciben la asignatura con el interés que despierta en el alumnado.

¿Consideran que la geología es útil a la sociedad?

En cuanto a las principales aportaciones de la Geología a la sociedad, se pidió al alumnado que citaran investigadores famosos relacionados con la Física, la Química, la Biología y la Geología.

En general, conocen pocos científicos y científicas y en sus respuestas optan por señalar al profesorado que les imparte esas materias y es llamativo que el número de mujeres citadas sea inferior al de hombres. Además, la Geología cuenta con un menor número de respuestas comparada con las otras disciplinas.

Sin embargo, el 84% del alumnado encuestado afirma que la geología es útil para otras ciencias como la Biología o las Ciencias Ambientales.

¿Qué formación e información sobre geología reciben fuera del aula?

Finalmente, se les preguntaba si las actividades que realiza con su familia, amistades o clubs a los que pertenece tienen alguna relación con la geología.

El 58% del alumnado encuestado afirma haber acudido a un centro de interpretación acompañado de su familia, el 35% realizando alguna actividad en un grupo de tiempo libre y hasta el 25% con una actividad en un campamento o campo de trabajo.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En cuanto al interés hacia la geología, el alumnado no muestra curiosidad por la formación del paisaje actual, aunque muestran interés por otros aspectos relacionados con la geología. Esto indica que los intereses del alumnado están más relacionados con los acontecimientos que pueden producirse más que con los que han dado lugar a la situación actual. Estos datos, que muestran un relativo interés indirecto, contrastan con la falta de interés hacia los contenidos que se les han enseñado.

Teniendo en cuenta las propuestas de los Informes sobre la situación de enseñanza de las ciencias (COSCE, 2011; Osborne y Dillon, 2008; Rocard *et al.*, 2009) sería necesario establecer una conexión de los contenidos que se enseñan con aspectos de la vida real, como el paisaje que rodea al alumnado, para que sean percibidos como relevantes para su vida cotidiana. Esto puede contribuir al aumento del interés hacia la geología y de esa manera hacia las ciencias en general, en la línea que plantean Fermelli *et al.* (2012) en base a los resultados del proyecto GEOSchools. En este proyecto se determinaron que los intereses en geología de los estudiantes (extinciones masivas, dinosaurios, peligros geológicos...) eran hacia donde podría orientarse la docencia como ámbito de interés para desarrollar los conceptos teóricos y conceptuales.

Otros resultados obtenidos concluyen, por un lado, que la geología es una asignatura que no resulta atractiva para el alumnado de ESO. Pero, por otro lado, perciben la geología con una dificultad media. Por lo tanto, no se correlaciona la dificultad con la que perciben la asignatura con el interés que despierta.

El no considerar la geología como atractiva, ni útil coincide con las conclusiones obtenidas en otros estudios en los que se constataba la pérdida de interés hacia las ciencias en general (Solbes, 2011; Vázquez y Manassero, 2008). Esta actitud puede ser debida a que su enseñanza parece que no se ajusta a los intereses y necesidades del alumnado (Hodson, 2003) y que tradicionalmente la geología que se enseña es excesivamente teórica, abstracta y centrada en los contenidos de carácter conceptual, con pocas

actividades prácticas (Costillo, Borrachero, Esteban y Sánchez-Martín, 2014). Por lo que sería necesario realizar una reflexión sobre la metodología de enseñanza de la disciplina para favorecer el acercamiento del alumnado a la misma.

Sin embargo, en el ámbito familiar y con sus amigos y amigas, así como en las actividades programadas en los clubs a los que pertenecen si han visitado centros de interpretación, museos de ciencias, visita a cuevas.

Este tipo de actividades pueden también contribuir a la alfabetización geológica, ya que facilitaría el conocimiento de los hitos geológicos más importantes y también un mayor conocimiento de su geología local, fomentando así un mayor respeto y valoración de la geodiversidad (Pedrinaci, 2012).

BIBLIOGRAFÍA

Calonge, A., Meléndez, G. y Fermeli, G. (2011). Geoschools: buscando nuevas maneras de enseñar Geología en la Enseñanza Secundaria. *Paleontología i evolució*, 5, 55-58.

COSCE- Confederación de Sociedades Científicas de España (2011). *Informe Enciende. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*. Último acceso el 13 de febrero de 2016, desde http://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIEENDE.pdf

Costillo, E., Borrachero A.B., Esteban, E. y Sánchez- Martín, J. (2014). Contributions of the nature fieldtrips as teaching and learning activities in the opinion of the prospective teachers. *Indagatio Didactica*, 6(3). Último acceso el 13 de febrero de 2016, desde <http://revistas.ua.pt/index.php/ID/article/viewFile/2994/2779>

De Pro, A. y Pérez, A. (2014). Actitudes de los alumnos de Primaria y Secundaria ante la visión dicotómica de la Ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-132.

FECYT- Fundación Española de Ciencia y Tecnología (2005). *Evaluación Nacional de Actitudes y Valores hacia las Ciencias en entornos educativos*. Madrid: FECYT.

Fermeli, G., Meléndez, G., Dermitzakis, M., Calonge, A. Steininger, F. y Makridis, G. (2012). Preliminary results from a statistical interest research on geosciences content and teaching strategies in secondary schools in Greece and Spain. In: A. M. Sarmiento, M. Cantano & G. R. Almodóvar (Eds.) *Comunicaciones del XVII Simposio sobre Enseñanza de la Geología* (pp. 39-47). Huelva.

García Cruz, C.M. (1998). De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje de la geología. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 323-330.

Hernández, M.J. (2006). Panorámica actual sobre las prácticas de geología en el ámbito escolar. *Alambique*, 47, 30-37.

Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.

Osborne, J. y Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. Londres: Nuffield Foundation.

Pedrinaci, E. (2012). Alfabetización en Ciencias de la Tierra, una propuesta necesaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 20(2), 133-140.

Pell, T. y Jarvis, T. (2001). Developing attitude to science scales for use with children of ages from five to eleven years. *International Journal of Science Education*, 23, 847-862.

- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. y Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Último acceso el 13 de febrero de 2016, desde http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Sanz, J., Zamalloa, T., Maguregi, G., Echevarría, I., Fernández, L. (2015). Análisis de los aspectos educativos de dos centros de interpretación del patrimonio geológico en la CAPV. *XI Reunión Patrimonio Geológico. Patrimonio geológico y geoparques, avances de un camino para todos*. A. Hilario, M. Mendia, M. Monge-Ganuzas, E. Fernández, J. Vegas y A. Belmonte, editores.- Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2015.
- Schreiner, C. y Sjøberg, S. (2004). Sowing these eds of ROSE. Background, Rationale, Questionnaire Development and Data Collection for ROSE (The Relevance of Science Education) - A comparative study of students' views of science and science education. *Acta Didactica*. (4/2004), Dept. of Teacher Education and School Development, University of Oslo, Norway. Último acceso el 13 de febrero de 2016, desde <http://www.ils.uio.no/forskning/rose/documents/AD0404.pdf>.
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique*, 67, 53-61.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la Ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274-292.
- Zamalloa, T., Sanz, J., Maguregi, G., Echevarría, I., Fernández, L. (2014). Acercar la geodiversidad a través de las salidas de campo en la ESO. Una investigación con el profesorado de ciencias de Bizkaia. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 443-467.

Agradecimientos: este estudio ha sido realizado en el marco del proyecto 'Factores que afectan a la actitud del alumnado y el profesorado hacia la geología en la educación formal obligatoria' (EHU A14/27), gracias a las ayudas para la realización de proyectos de investigación de la Universidad del País Vasco.

Caracterización de la comprensión de estudiantes de secundaria sobre procesos de transformación de la materia

Sesto, V., García-Rodeja, I.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Santiago de Compostela.

vanessa.sesto@usc.es

RESUMEN

El trabajo que se presenta es un estudio acerca de cómo interpretan los estudiantes fenómenos relacionados con la transformación de la materia. El objetivo principal ha sido analizar cómo se modifican los modelos mentales de diez estudiantes de 4º de ESO y bajo qué condiciones esto sucede. Los instrumentos para la recogida de datos fueron un cuestionario basado en la técnica POE (Predicción-Observación-Explicación), además de grabaciones en audio y vídeo. Como herramienta de análisis, se construyeron categorías en interacción con los datos. Los resultados obtenidos indican que los estudiantes proporcionan interpretaciones fragmentadas, dependientes de los cambios directamente observables y poco consistentes. En el caso de la combustión, el modelo que aplican depende del material en el que centren su atención. Asimismo, en la descomposición térmica se revela la importancia de la discusión en la evolución hacia modelos más sofisticados como el de reacción química.

Palabras clave

Transformación de la materia, modelos mentales, secundaria.

INTRODUCCIÓN

Los estudios efectuados en las últimas décadas sobre modelos mentales proceden de diversos campos: de la psicología cognitiva (Johnson-Laird, 1983), de la inteligencia artificial (Gentner & Stevens, 1983) y del ámbito de la didáctica de las ciencias (Gilbert & Boulter, 2000). Por tanto, no existe una definición universal de modelo mental, sino que en función de la disciplina considerada éste adoptará un significado u otro. Dentro del ámbito de la enseñanza de la ciencia, Gilbert, Boulter y Elmer (2000), consideran un modelo como una representación de un fenómeno producida para un propósito específico. De acuerdo con Greca y Moreira (1998), los individuos construyen los modelos mentales como resultado de la interacción social, de la percepción o de su experiencia interna para explicar, describir y predecir fenómenos del mundo que les rodea. Estos modelos se caracterizan por ser incompletos, inestables y no científicos, en el sentido de que reflejan las creencias de las personas sobre el sistema representado (Greca & Moreira, 1998). Otra característica importante de los modelos mentales, según Johnson-Laird (1983), es la recursividad. Esto significa que los modelos mentales son representaciones dinámicas que pueden ser ampliadas o mejoradas conforme se van incorporando nuevas informaciones.

Greca y Moreira (1998) señalan que cuando se enseña es habitual suponer que los discentes construirán modelos mentales que serán copias exactas de los modelos conceptuales o modelos de la ciencia escolar, que son los que se presentan formalmente

en el contexto educativo. No obstante, esta circunstancia se da en contadas ocasiones. El aprendizaje de las ciencias puede ser concebido como un proceso de construcción en el que los modelos de los estudiantes se van modificando a partir de nuevas experiencias, nuevas informaciones y, sobre todo, por medio de la discusión (Márquez, Pujol & Bonil, 2005).

Por otra parte, los modelos mentales y su proceso de construcción desempeñan un papel esencial en el aula al contribuir a los propósitos que según Hodson (2003) debe cumplir la enseñanza de las ciencias, esto es, aprender ciencia, aprender sobre ciencia y aprender a hacer ciencia (Justi, 2006). Alcanzar el último de los tres objetivos mencionados implica que los estudiantes deben desenvolver la capacidad de crear, expresar y comprobar la validez de sus propios modelos.

Una adecuada comprensión de conceptos como átomo, molécula o reacción química se considera esencial para que los estudiantes sean capaces de interpretar diversos fenómenos y participar de forma responsable en la toma de decisiones sobre cuestiones como la contaminación ambiental (Hadenfeldt & Neumann, 2014). Como consecuencia, de entre todos los conceptos científicos, las concepciones de los estudiantes sobre la materia ocuparon un papel central en la investigación en el ámbito de la didáctica de las ciencias en las últimas décadas. Andersson (1990) fue el primero en realizar una revisión de todas las investigaciones llevadas a cabo hasta los años 90 acerca de la comprensión que muestran los estudiantes sobre la materia, agrupándolas en cuatro categorías: 1) naturaleza corpuscular de la materia; 2) conservación; 3) reacciones químicas; y 4) transformaciones físicas. Además, basándose en una revisión de los trabajos efectuados sobre la interpretación de los cambios químicos, detectó cinco modelos mentales que el alumnado aplica a gran variedad de reacciones: a) desaparición de compuestos; b) desplazamiento, en el cuál las nuevas sustancias aparecen porque fueron desplazadas de otro lugar; c) modificación, en el que las nuevas sustancias se conservan pero cambian algunas de sus propiedades como el aspecto o el color; d) transmutación, en la que se proponen transformaciones que no asumen la conservación de los elementos químicos; e) interacción química, próxima a la aceptada por la teoría atómica de Dalton. En el caso particular de reacciones de combustión, Prieto, Watson y Dillon (1992), a raíz de un estudio efectuado con 300 estudiantes de 14 y 15 años, identificaron tres modelos: 1) modificación, en la que se considera la llama como agente de un cambio de carácter reversible; 2) transmutación, que concibe el aire/oxígeno como “alimento” de la llama; y 3) reacción química, que contempla la idea de interacción entre reactivos. Castillejo, Prieto y Blanco (2005) emplearon los modelos detectados por Prieto et al. (1992), a los que estos autores se refieren como teorías de dominio, para evaluar la comprensión de estudiantes entre 13 y 18 años. Mediante la elaboración de perfiles que consideraban las dos teorías que cada participante utilizaba con más frecuencia, apreciaron una progresión en la comprensión sobre la reacción de combustión al avanzar en los niveles académicos. Por su parte, Prieto, Blanco y Brero (2002) proponen la utilización de mapas de dominio para el estudio de la progresión de la comprensión de la combustión.

El trabajo que se presenta es un estudio acerca de cómo un grupo de estudiantes de Secundaria (N=10) interpreta fenómenos relacionados con la transformación de la materia y cómo sus modelos mentales se van modificando.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en esta investigación se enmarca en los estudios cualitativos. Concretamente se trata de un estudio de caso (Yin, 2003).

Participantes y contexto

El estudio se ha realizado con una muestra de diez estudiantes de 4º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), ocho mujeres y dos hombres, los cuales estaban cursando la asignatura de Física y Química de carácter optativo. Su rendimiento académico puede ser calificado de medio-alto y su participación en las actividades propuestas, de carácter extraordinario dentro de la asignatura, fue voluntaria. Estos estudiantes, aunque se encontraban escolarizados en el mismo centro, no todos compartían la misma aula. De la muestra total, la mitad formaba parte del grupo A de 4º de la ESO, constituido por un total de 15 estudiantes, y la otra mitad pertenecía al grupo C, conformado por un total de 25 estudiantes. Sin embargo, la profesora responsable de impartirles la materia de Física y Química era la misma en ambos casos.

Con el fin de facilitar la toma y posterior análisis de datos, los participantes se distribuyeron en tres grupos de tres y cuatro personas, siéndole asignada a cada uno una letra: grupo A (N=3), grupo B (N=3) y grupo C (N=4). Para preservar el anonimato de todos los participantes, se emplearon pseudónimos en lugar de su nombre real, respetando únicamente el género. Este nombre ficticio comienza por la letra del grupo de trabajo al que pertenecía cada participante durante el desarrollo de las actividades: grupo A (Ana, Andrea, Alicia), grupo B (Belén, Bernardo, Blas) y grupo C (Cristina, Clara, Carla y Cecilia). En la primera experiencia participaron ocho estudiantes, estando ausentes Blas y Clara. En la segunda se pudo contar con nueve estudiantes, a excepción de Cecilia. Para la realización de las actividades se dispuso de dos sesiones de 30 minutos de duración cada una de ellas. Las actividades se realizaron en el laboratorio de Física del propio centro durante el mes de marzo de 2015, coincidiendo con el segundo trimestre escolar y cuando en la materia de Física y Química se estaban tratando ciertos contenidos relacionados con los cambios químicos, como son el mecanismo de una reacción o su estequiometría. En el laboratorio, además de los participantes, estuvieron presentes la investigadora y la docente responsable de impartirles la asignatura de Física y Química. La labor de ambas se limitó a estimular la participación del alumnado en la discusión y a solventar cualquier tipo de duda que le pudiese surgir.

Descripción de las actividades

Las experiencias propuestas fueron la combustión de una vela en el interior de un recipiente invertido y la descomposición térmica del azúcar. Ambas forman parte del Proyecto AcAb Química (García-Rodeja, Lorenzo, Domínguez & Díaz, 1987).

Instrumento de recogida de información y análisis

Como instrumento de recogida de datos, para cada una de las actividades propuestas, se diseñaron cuestionarios basados en una estrategia didáctica tipo POE (Predicción – Observación – Explicación) en los que figuraban preguntas del tipo:

- Predicción: ¿Qué crees que sucederá cuando...? Escribe las razones por las que crees que ocurrirá lo que has predicho.
- Observación: Describe lo que has observado.
- Explicación: Explica por qué crees que ocurre lo que has observado.

De acuerdo con White y Gunstone (1992), las tareas basadas en la técnica POE son una medida de la destreza de los estudiantes en la aplicación de conocimiento para interpretar diversos fenómenos. Además del material escrito, los distintos grupos fueron grabados en audio, para registrar las discusiones entre los participantes, y en vídeo, empleado como un apoyo para identificar la intervención de cada estudiante cuando no fuera posible hacerlo de forma exclusiva a través del audio. Para el análisis de datos, las categorías de

Andersson (1990) acerca de las concepciones de los cambios químicos fueron redefinidas en interacción con los datos. Una vez construida la herramienta de análisis, los modelos de los estudiantes fueron inferidos teniendo en cuenta que para que una respuesta se encuadre en una determinada categoría debe incluir al menos alguna de las ideas clave que la definen. Por otra parte, las transcripciones de las grabaciones se efectuaron conservando el lenguaje empleado por los estudiantes, así como las expresiones de cada intervención.

RESULTADOS

En la descripción de los resultados, primero se analizan las respuestas escritas a los cuestionarios indicando la frecuencia con la que se presenta cada categoría, para posteriormente proceder al análisis de las discusiones en grupo.

Combustión de una vela

En la Tabla I se presentan los resultados correspondientes a la combustión de una vela. Para designar la categoría de desaparición se emplea la inicial D, para la de modificación la letra M, para la de transmutación la letra T y en el caso de la reacción química las letras RQ. Se incluyen además las ideas clave que definen cada una de las categorías. Como puede verse en la Tabla I, las explicaciones que ofrecen los estudiantes en la etapa de predicción se encuadran mayoritariamente en la categoría de transmutación por considerar que el oxígeno es necesario para mantener viva la llama, transmutándose en calor. Por ejemplo, Bernardo escribe:

Bernardo: *“La vela está encendida durante un cierto tiempo, pero al final se apagará. Porque la llama va gastando el oxígeno para mantenerse encendida y cuando cesa se apaga”* (Predicción – Transmutación A).

Las predicciones de Ana y Cecilia se sitúan en la categoría de desaparición, que es la que exige una menor demanda cognitiva, dado que en sus respuestas escritas dan a entender que el oxígeno pasa a formar parte de la nada. Sin embargo, al tener la oportunidad de reflexionar sobre lo que observan, Ana y Cecilia abandonan el modelo de desaparición para situarse en el de transmutación. Los demás estudiantes, excepto Bernardo, mantienen su modelo inicial. Belén llega a mencionar al dióxido de carbono como uno de los productos de la combustión pero considera que éste es el resultado de una transmutación del oxígeno. Así, escribe:

Belén: *“Ocurre lo que he observado dado que la llama produce la combustión del O_2 que se encuentra dentro del vaso, convirtiéndose en CO_2 y haciendo que la llama pierda su medio necesario para seguir encendida”* (Explicación – Transmutación B).

Por otra parte, tres estudiantes registraron en los cuestionarios la observación de que en el recipiente que cubría la vela se formaba vaho. Sin embargo, esta observación en ningún momento fue valorada como una prueba en la que apoyar su interpretación. Cuando se les preguntó específicamente por esta cuestión, señalan que el vaho era debido a la condensación del vapor de agua que contiene el aire del ambiente, recurriendo por tanto a una interpretación que no exigía una modificación de su modelo mental original.

		Estudiantes	Frecuencia (N=8)
Predicción	D	A. La sustancia se transforma en nada.	Ana, Cecilia.
	M	A. La llama causa la modificación.	-
		B. El cambio es reversible.	-
		C. La sustancia es la misma pero cambia alguna de sus propiedades.	-
	T	A. El aire/oxígeno “alimenta” la llama.	Alicia, Andrea, Bernardo, Belén, Carla, Cristina.
		B. La sustancia se transforma en otra sustancia con cambio de la identidad atómica.	-
	RQ	A. Se produce una interacción entre reactivos para dar lugar a nuevos productos.	-
		B. Tiene lugar una reorganización de la estructura microscópica pero se conservan los átomos.	-
Observación	La vela se apaga.		Ana, Alicia, Andrea, Bernardo, Belén, Carla, Cristina, Cecilia.
	El recipiente que cubre la vela se empaña.		Ana, Bernardo, Belén.
Explicación	D	A. La sustancia se transforma en nada.	-
	M	A. La llama causa la modificación.	-
		B. El cambio es reversible.	-
		C. La sustancia es la misma pero cambia alguna de sus propiedades.	-
	T	A. El aire/oxígeno “alimenta” la llama.	Ana, Alicia, Andrea, Belén, Carla, Cristina, Cecilia.
		B. La sustancia se transforma en otra sustancia con cambio de la identidad atómica.	Belén.
	RQ	A. Se produce una interacción entre reactivos para dar lugar a nuevos productos.	Bernardo.
		B. Tiene lugar una reorganización de la estructura microscópica pero se conservan los átomos.	-

Tabla VIII. Modelos para la combustión de una vela en las respuestas a los cuestionarios.

No obstante, en la discusión posterior a la observación de la experiencia y al cumplimentado de los cuestionarios, sí fueron surgiendo nuevos modelos. Cuando se les pregunta específicamente por la función que cumple la mecha, llegan a interpretar la combustión de una vela como si estuviesen teniendo lugar de forma simultánea dos fenómenos completamente independientes. Los estudiantes aplicaban dos modelos en función del material en el que centraran su atención, como se manifiesta en el diálogo mantenido entre la docente y Andrea. Si atendían a la cera, de la que percibían que simplemente se fundía, empleaban el modelo de modificación. En cambio, de centrarse en la mecha, de la que observaban que ardía, adoptaban el modelo de reacción química.

D: *“¿Cómo era el cambio, físico, químico...? ¿Cómo era?”*

Andrea: *“Físico y químico, los dos”*.

D: *“A ver, explica por qué. Explica por qué es de las dos formas”*.

Andrea: *“Porque la vela se derrite pero es decir, después vuelve a solidificar igual, entonces ese es físico. Y químico porque la llama es decir, el hilo, hace combustión”*.

De todos los participantes, Bernardo es el único que interpreta que una parte de la cera se tiene que quemar durante el proceso, identificando ésta como combustible primario en lugar de la mecha.

Descomposición térmica del azúcar

Como puede verse en la Tabla II, las predicciones de seis estudiantes se enmarcan en la categoría de modificación, por considerar que la sustancia continúa siendo azúcar tras el proceso y que se alteran únicamente algunas de sus propiedades como el color, el olor o el estado físico. Así, por ejemplo, Andrea escribe que se derretirá y Blas que se dilatará debido al aumento de temperatura.

			Estudiantes	Frecuencia (N=9)
Predicción	M	A. La fuente de calor es el agente responsable de la modificación de las propiedades de la sustancia.	Ana, Alicia, Andrea, Blas, Bernardo, Belén.	6/9
		B. La sustancia es la misma pero cambian alguna de sus propiedades.	Ana, Alicia, Andrea, Blas, Bernardo, Belén.	
	T	A. La sustancia se transforma en otra sustancia con cambio de la identidad atómica.	Carla, Cristina, Clara.	3/9
	RQ	A. Se produce una interacción entre reactivos para dar lugar a productos.	-	0/9
B. Tiene lugar una reorganización de la estructura microscópica pero se conservan los átomos.		-		
Observación	Burbujeo en el seno de la sustancia.		Ana, Alicia, Andrea	3/9
	Condensación de vapor de agua en el tubo de ensayo.		Ana, Alicia, Andrea, Bernardo, Carla, Cristina.	6/9
	Cambio de color.		Ana, Alicia, Andrea, Blas, Bernardo, Belén, Carla, Cristina, Clara.	9/9
	Fusión de la sustancia.		Ana, Alicia, Andrea, Blas, Bernardo, Belén, Carla, Cristina, Clara.	9/9
Explicación	M	A. La fuente de calor es el agente responsable de la modificación de las propiedades de la sustancia.	-	0/9
		B. La sustancia es la misma pero cambian alguna de sus propiedades.	-	
	T	A. La sustancia se transforma en otra sustancia con cambio de la identidad atómica.	Clara.	1/9
	RQ	A. Se produce una interacción entre reactivos para dar lugar a productos.	Ana, Alicia, Andrea, Blas, Belén, Carla, Cristina.	8/9
B. Tiene lugar una reorganización de la estructura microscópica pero se conservan los átomos.		Bernardo		

Tabla IX. Modelos para la descomposición térmica en las respuestas a los cuestionarios.

Las predicciones del grupo C son compatibles con la categoría de transmutación al afirmar que el azúcar se convertirá en caramelo.

Tras la observación del fenómeno, los modelos mentales iniciales de la mayor parte de los estudiantes evolucionan hasta alcanzar la categoría de reacción química. No obstante, las integrantes del grupo A acaban asumiendo que todas las pruebas indican que se trata de una combustión. Así, Alicia escribe:

Alicia: “Cuando se produce la combustión, se libera CO_2 y agua, eso hace que el tubo de ensayo quede mojado. El calor hace que el azúcar alcance su punto de fusión y se produce un cambio de estado” (Explicación – Reacción química A).

Esta interpretación pudo venir condicionada por el hecho de realizar en la sesión previa la experiencia consistente en la combustión de una vela en el interior de un recipiente invertido, en la cual también se percibía la formación de vaho debido a la condensación del vapor de agua, uno de los productos de la reacción. Esta consideración se pone de relieve en la siguiente discusión:

Ana: *“Quedó mojado por dentro, ¿no?”*

Alicia/Andrea [simultáneamente]: *“Sí”*.

Ana: *“En todo proceso de combustión se libera CO₂ y agua, y eso hace que las paredes del tubo se empañen”*.

Andrea: *“Pero la combustión se produce aquí” [haciendo referencia al mechero de alcohol empleado como fuente de calor]*.

Ana: *“Sí, pero al calentar...”*.

Andrea: *“Ya, pero eso es un cambio de estado, no es una combustión”*.

Por otra parte, Blas llega a pensar que la descomposición puede tratarse de un proceso redox debido a la coloración que adquiere la sustancia, semejante a la de ciertos metales como el hierro cuando se oxidan. Además, de las tres estudiantes que registran la formación de burbujas como una observación, ninguna interpreta que se debe a la liberación de un gas, sino que la atribuyen a que la sustancia hierve.

CONCLUSIONES

En relación a cómo este grupo de estudiantes interpreta fenómenos relacionados con la transformación de la materia, se observa que la comprensión que poseen de la ciencia está dominada por lo directamente perceptible. Además, no existe una valoración global del fenómeno que les lleve a construir una explicación que integre todas y cada una de las observaciones efectuadas y que sea lo más próxima posible a la explicación científica. Como consecuencia, sus interpretaciones son fragmentadas y poco consistentes, lo que les lleva a aplicar, en el caso de la combustión de una vela, distintos modelos en función del material en el que centren su atención, como si estuviesen teniendo lugar de forma simultánea dos fenómenos independientes. Por otra parte, tres de los nueve participantes interpretaron la descomposición térmica del azúcar como una combustión. Es una realidad que el lenguaje científico emplea a menudo términos como “arder” o “quemar” tomados del lenguaje cotidiano, que pueden repercutir negativamente en las concepciones alternativas y en los modelos mentales de los estudiantes. En relación a cómo se modifican los modelos mentales de los estudiantes y bajo qué condiciones esto sucede, señalar que durante aquellas experiencias en las que se les da la oportunidad de interpretar y discutir la interpretación de fenómenos se generan momentos interesantes para poner en cuestión la validez y consistencia de sus modelos. Así, se observa que la discusión permite la evolución hacia modelos de transformación de la materia más sofisticados, como demuestra el hecho de que en la descomposición térmica del azúcar ocho estudiantes abandonaran sus modelos iniciales de modificación y transmutación por el de reacción química, y el afloramiento de ideas que de otra forma permanecerían inaccesibles. En definitiva, es preciso conceder a los estudiantes la oportunidad de interpretar fenómenos para que puedan hacer explícitos sus procesos de pensamiento y para que, de este modo, adquieran destreza en la aplicación de las ideas de la ciencia a la hora de interpretar fenómenos en la vida real.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto EDU2012-38022-C02-01 financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

BIBLIOGRAFÍA

- Andersson, B. (1990). Pupils' conception of matter and its transformation (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18, 53-85.
- Castillejos, R., Prieto, T. & Blanco, A. (2005). El lenguaje y las teorías de los alumnos en la comprensión de la combustión. VII Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias. Granada.
- García-Rodeja, E., Lorenzo, F. M., Domínguez, J. M. & Díaz, J. (1987). *Proyecto AcAb. Química*. Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela.
- Gentner, D. & Stevens, A. L. (1983). *Mental models*. Hillsdale, New Jersey, London: Lawrence Erlbaum.
- Gilbert, J. K. & Boulter, C. J. (2000). *Developing Models in Science Education*. Dordrecht: Kluwer.
- Gilbert, J. K., Boulter, C. J. & Elmer, R. (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. En J. K. Gilbert & C. J. Boulter (eds.), *Developing Models in Science Education* (pp. 3-17). Dordrecht: Kluwer.
- Greca, I. M. & Moreira, M. A. (1998). Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización. *Caderno catarinense de ensino de física. Florianópolis*, 15 (2), 107-120.
- Hadenfeldt, J. C. & Neumann, K. Understanding Matter. A review of research on students' conceptions of matter. Paper presented at NARST 2014, Pittsburgh.
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25 (6), 645-670.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models. Towards a cognitive science of language, inference and consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (2), 173-184.
- Márquez, C., Pujol, R. M. & Bonil, J. (2005). Las preguntas mediadoras como recursos para favorecer la construcción de modelos científicos complejos. *Enseñanza de las Ciencias*, 1-5.
- Prieto, T., Blanco, A. & Brero, V. (2002). La progresión en el aprendizaje de dominios específicos: una propuesta para la investigación. *Enseñanza de las ciencias*, 20(1), 3-14.
- Prieto, T., Watson, R. & Dillon, J. (1992). Pupils' understanding of combustion. *Research in Science Education*, 22, 331-340.
- White, R. T. & Gunstone, R. F. (1992). *Probing Understanding*. Londres: The Falmer Press.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research. Design and methods*. California: Sage Publications.

Evaluación de la competencia comunicativa mediante rúbricas en enseñanzas universitarias

Víctor, M. D.

Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Granada.

mdvictor@ugr.es

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo es demostrar la utilidad de ejercicios de exposición oral y defensa pública para el refuerzo de competencias transversales y comprobar la aplicabilidad de rúbricas para la evaluación entre iguales. La experiencia se llevó a cabo en quinto curso de licenciatura de química y consistió en la realización de una exposición oral y defensa de un artículo de investigación. El porcentaje de participación en la experiencia fue de 96.7%. Para ello, se les proporcionó a los estudiantes una rúbrica para evaluar las competencias transversales relacionadas con la capacidad comunicativa. De este modo, cada estudiante llevó a cabo la evaluación de sus compañeros (co-evaluación), así como la suya misma (autoevaluación). La correlación entre los resultados de la co-evaluación y la evaluación por parte del profesor fue buena. La autoevaluación, por su parte, era ligeramente inferior a las medias de co-evaluación, y en muchos casos, también a la nota del profesor.

Palabras clave

Competencia comunicativa; Rúbricas; Presentaciones orales; Autoevaluación; Co-evaluación

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la Universidad española ha sufrido un proceso de transformación importante tanto a nivel de planteamientos docentes, estructura y funcionamiento, a raíz del nacimiento del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) (Bosón Aventín, 2009). Los nuevos planes de estudio, centran su atención en el estudiante y su proceso de aprendizaje, poniendo su énfasis en la adquisición de competencias por parte de los estudiantes. Una vez establecidas estas competencias a adquirir por el alumnado, será necesario desarrollar, además de los contenidos del programa formativo, métodos efectivos de aprendizaje para las mismas, así como procedimientos para evaluar su adquisición.

El desarrollo de herramientas objetivas que ayuden a evaluar y mejorar las prácticas educativas innovadoras es una de las principales dificultades con las que el docente se encuentra a la hora de implementar y juzgar dichas prácticas. La utilización de rúbricas es una excelente opción a este respecto y está cada vez más extendida en las aulas universitarias. Normalmente se aplican a la evaluación de actividades tipo trabajos, presentaciones, prácticas de laboratorio o informes escritos. En el caso que nos ocupa, se han utilizado concretamente para la evaluación entre pares de competencias transversales en exposiciones y defensas orales de artículos de investigación.

Dentro del ámbito que nos ocupa, una rúbrica o matriz de valoración es un instrumento de evaluación basado en una escala cualitativa o cuantitativa asociada a unos criterios

preestablecidos para evaluar el nivel de ejecución o efectividad de la tarea asignada. Básicamente las rúbricas se pueden dividir en dos grandes grupos: holísticas y analíticas. La rúbrica holística tiene como objeto evaluar el trabajo del estudiante como un todo, es decir desde un punto de vista más global; por su parte, la rúbrica analítica, está más centrada en algún área concreta del aprendizaje (Torres Gordillo & Perera Rodríguez, 2010) (Prieto Navarro, Blanco Blanco, Morales Vallejo, & Torre Puente, 2008). La utilización de rúbricas tiene su mayor interés en la calificación por parte del profesor del desempeño de los estudiantes, en áreas que son complejas, imprecisas y poco objetivas, a través del conjunto de criterios graduados a priori en las mismas. Todo ello permite valorar el aprendizaje, los conocimientos y competencias logradas por el estudiante. Aparte de ayudar al docente en la evaluación objetiva de los trabajos realizados por los estudiantes, también se utilizan para mostrar a los estudiantes los diferentes niveles de logro que pueden alcanzar en un trabajo concreto y posibilitar que ellos mismos realicen la evaluación de sus propias actividades (autoevaluación, coevaluación). A través de la rúbrica, el estudiante conoce también las expectativas del docente respecto a una determinada situación de aprendizaje.

En esta comunicación presentamos una experiencia desarrollada para la implementación de un sistema de evaluación entre pares de competencias transversales, basado en el empleo de rúbricas. Asimismo, queremos demostrar la aplicabilidad de ejercicios de exposición oral y defensa pública para fortalecer dichas competencias.

METODOLOGÍA

Durante el desarrollo de la experiencia propuesta se elaboró el siguiente material curricular:

- Guía con la normativa de presentación y exposiciones orales, conteniendo un listado de ítems obligatorios que debían tratar todas las exposiciones orales.
- Rúbrica para la evaluación de competencias transversales.
- Plantillas para llevar a cabo la evaluación de competencias transversales.
- Cuestionarios de satisfacción y opinión del alumnado.

La experiencia ha sido llevada a cabo en la asignatura "Análisis por cromatografía y técnicas afines" de Quinto Curso de la Licenciatura en Ciencias Químicas de la Universidad de Granada durante el curso académico 2013-2014, siguiendo las directrices marcadas por el EEES.

La experiencia se le planteó a la totalidad de los alumnos matriculados en la asignatura, 30, y 29 de ellos participaron en la misma (96.7 %). La alumna que no participó, no demostró en ningún momento voluntad de no participar, sino que directamente no asistió a la asignatura desde el principio. Los 29 alumnos participantes fueron divididos en 10 grupos (9 grupos de 3 alumnos y 1 grupo de 2).

La actividad consistió en la defensa oral y ante el resto de la clase y el profesor de un artículo de investigación por parte de cada grupo. El profesor proporciona a cada grupo un artículo científico sobre alguna de las técnicas analíticas de separación y tratamiento de muestra vistas en clase, con aproximadamente dos semanas de antelación a la ronda de exposiciones. En principio se les da a los alumnos la opción de que muestren su interés por algún campo de aplicación, técnica instrumental, tipo de muestra analizada, etc., que sea de su interés.

En un seminario con los alumnos, el profesor les da las indicaciones que han de seguir para realizar la defensa oral y ante el resto de la clase de los artículos de investigación, así como una serie de ítems obligatorios por los que han de pasar todas las exposiciones. En la Figura 1 se recoge una captura de la diapositiva en cuestión.

Una semana antes de la ronda de exposiciones, se les proporciona a los estudiantes la rúbrica para la evaluación de competencias transversales (Figura 2). Se considera que una semana es un tiempo prudencial para que los alumnos tengan tiempo de leer y asimilar cada uno de los niveles de esta rúbrica.

La ronda de exposiciones se desarrolló en las cuatro últimas horas de clases del cuatrimestre. Tras cada exposición se pedía a cada alumno de la audiencia que evaluara las habilidades de exposición individuales de cada uno de los integrantes del grupo que exponía, según la rúbrica de competencias transversales (Figura 2). Por su parte, a cada miembro del grupo que exponía se le pedía que evaluara al resto de miembros de su grupo y a sí mismo. Para llevar a cabo tanto la coevaluación, como la autoevaluación se emplearon las plantillas proporcionadas por el profesor, lo que facilitó también la recogida de resultados. A la vez que los estudiantes, el profesor también lleva a cabo la evaluación siguiendo la misma rúbrica y plantilla.

Exposiciones orales

- Cada grupo de 2 ó 3 alumnos recibirá un artículo científico, relacionado con alguna de las técnicas estudiadas en la asignatura.
- En base a ese artículo habrán de elaborar una exposición oral de **10 minutos** de duración que defenderán ante el resto de la clase. A la defensa del trabajo le seguirán 5 minutos de preguntas/discusión. Los *ítems* obligatorios que ha tener dicha exposición serán:
 - Analitos y familia de compuestos de interés
 - Muestra
 - Importancia de la determinación de los analitos en la matriz en concreto
 - Separación: Condiciones óptimas y variables que influyen en la misma
 - Tratamiento de la muestra
 - Calibración: Calibrado instrumental, LOD, LOQ...
 - Validación en muestra: % recuperación, precisión...
 - Conclusiones
- Evaluación del profesor
- Co-evaluación
- Auto evaluación

Figura 1. Ejemplo de diapositiva del seminario en el que se le dio a los estudiantes las pautas para realizar sus exposiciones orales

EVALUACIÓN INDIVIDUAL				
Criterios de evaluación		Calificación		
		No apto (0-4)	Apto (5-7)	Excelente (8-10)
Comunicación verbal	Seguridad	No muestra seguridad al hablar	Muestra seguridad durante gran parte de la exposición, dudando en pocos momentos	Se muestra seguro de lo que dice durante toda la exposición
	Volumen de voz	Utiliza un volumen inadecuado (débil o demasiado alto)	Utiliza un volumen adecuado gran parte de la exposición	Utiliza un volumen adecuado/agradable
	Ritmo de exposición	Habla rápido o se detiene demasiado cuando habla	La mayoría del tiempo utiliza un ritmo adecuado	Habla despacio y con gran claridad
	Vocabulario	No utiliza vocabulario adecuado y utiliza muletillas	El vocabulario utilizado es adecuado pero no muy rico. No utiliza demasiadas muletillas	Utiliza gran riqueza de vocabulario y prácticamente no utiliza muletillas
	Tono de voz	Su tono no es agradable y/o la mayoría del tiempo resulta monótono	Utiliza un tono agradable pero en ocasiones resulta monótono	Expresa entusiasmo cuando habla, utilizando un tono agradable
Comunicación no verbal	Postura corporal	Su postura corporal no es adecuada	Su postura corporal es adecuada gran parte del tiempo	Su postura corporal es adecuada durante toda la exposición
	Gesticulación	No gesticula o lo hace de forma inadecuada y realiza movimientos repetitivos	Realiza gestos adecuados durante gran parte de la exposición pero en ocasiones hace movimientos repetitivos	Gesticula moderadamente favoreciendo la atención
	Contacto visual	No mira a los ojos cuando habla	La mayor parte del tiempo mira a los ojos pero solo a una persona/sección del aula	Mientras habla, mira directamente a los ojos y a personas diferentes

Figura 2. Rúbrica proporcionada a los alumnos para la evaluación de competencias transversales de cada uno de sus compañeros (coevaluación) y de sí mismos (autoevaluación)

RESULTADOS

Cinco de los diez grupos de alumnos mostraron su interés por las siguientes áreas: cromatografía de líquidos de alta resolución; análisis de parámetros de calidad en aceite de oliva mediante cromatografía de gases; análisis de pesticidas; análisis ambiental; análisis de drogas de abuso en fluidos biológicos. Los cinco grupos restantes no solicitaron que les fuera asignado ningún tema específico, de modo que fue el profesor el que les asignó los artículos que consideró, intentando pasar por todas las técnicas de separación y tratamiento de muestra vistas en clase.

En general se observó buena correlación entre las puntuaciones otorgadas por los estudiantes y las otorgadas por el profesor a cada grupo a competencias transversales, relacionadas con las habilidades expositivas de los estudiantes, lo que consideramos que demuestra la utilidad de rúbricas.

Respecto a la autoevaluación, resaltar que en general, la puntuación que cada alumno se otorga a sí mismo estaba ligeramente por debajo que la media de la que le otorgaban sus compañeros.

Por último, al terminar la experiencia, se recogió el sentir de los alumnos acerca de esta forma de evaluación. Como aspecto positivo que destacaron gran parte de ellos cabe destacar que apreciaban mucho tener escrito y detallado los distintos niveles de éxito al que podían aspirar en sus exposiciones, lo que les hizo más fácil prepararlas aspirando a la “excelencia”; como aspecto negativo acerca de la experiencia de coevaluación, un número importante de ellos se mostraban preocupados, porque cuestiones personales pudieran influir en la nota que les otorgaran sus compañeros.

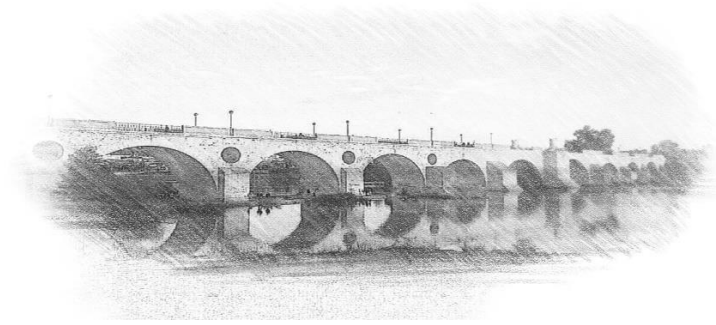
CONCLUSIONES

La utilidad de las rúbricas para la evaluación de competencias transversales ha quedado demostrada con esta experiencia. Por otro lado, se ha comprobado que las rúbricas son una herramienta útil no solo para el profesorado sino también para el alumnado, ya que dota a los alumnos de criterios para poder llevar a cabo tareas de co- y autoevaluación.

Su utilización es valorada muy positivamente por el alumnado, ya que de antemano conocen con detalle los distintos niveles de consecución a los que pueden optar.

BIBLIOGRAFÍA

- Bosón Aventín, M. (2009). Desarrollo de competencias en educación superior. En Blanco A. (Ed.), *Desarrollo y evaluación de competencias en educación superior* (pp. 17-34). Madrid: Narcea, S.A. de ediciones.
- Prieto Navarro, L., Blanco Blanco, A., Morales Vallejo, P. y Torre Puente, J.C. (2008). Las rúbricas: un instrumento útil para la evaluación de competencias. En Prieto Navarro, L. (Ed.) *La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje. Estrategias útiles para el profesorado* (pp. 171-188). Barcelona: Ediciones Octaedro S.L.
- Torres Gordillo, J.J. y Perera Rodríguez, V.H. (2010). La rúbrica como instrumento pedagógico para la tutorización y evaluación de los aprendizajes. *Pixel-Bit Revista y medios de comunicación*, 36, 141-149.



PÓSTERES

Línea 5. Educación científica en contextos formales

Una escuela de valores para el cuidado del medio ambiente y del planeta en el que vivimos

Hernández, L.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.

abenza@um.es

RESUMEN

El mundo en el que vivimos está actualmente en un estado de conservación bastante preocupante y la responsabilidad al respecto apunta al ser humano. La palabra emergencia surge desde todos los ámbitos y estamentos sociales con el fin de tratar de cambiar el rumbo negativo al que vamos y, en consecuencia, las actitudes y conductas que lo han provocado. En la comunicación se desarrollan algunas ideas clave en torno a esta consideración, proponiendo una metodología específica para ciudadanos en formación sobre el cuidado del entorno que le rodea, aspecto esencial para, entre todos, poder respetar y hacer sostenible el planeta Tierra de forma global y duradera.

Palabras clave: Medio natural, sostenibilidad, propuesta metodológica, formación

INTRODUCCIÓN

El mundo que conocemos, con el entorno y seres vivos que viven en él, es evidente que está actualmente en un estado de conservación bastante preocupante y la palabra emergencia surge desde todos los ámbitos y estamentos sociales con el fin de tratar de cambiar el rumbo negativo al que vamos y, en consecuencia, las actitudes y conductas que lo han provocado. Georgina Mace (2016), catedrática de Ecología del University College de Londres, apuntaba en una reciente entrevista que “todas las evidencias indican que estamos a punto de la sexta gran extinción”, aclarando que en las cinco anteriores los seres humanos todavía no existían y fueron causadas por efectos extraterrestres o terrestres, sin embargo ésta está causada por nosotros, los seres inteligentes del Universo.

El presente trabajo pretende contribuir a tratar de reflexionar sobre éste modo de vida tan poco sostenible y negativo para el ser humano y su entorno, y sugerir acciones de cambio hacia una forma de vida diferente, que construya y no destruya. El ecologismo es un movimiento que surge como respuesta a esta emergencia planetaria. Es una llamada de atención y de invitación a la acción, para “despertar” muchas “conciencias” adormecidas de diferentes niveles sociales y de distintas ideologías, pues la clave de lo que define a una persona no es tanto lo que habla o defiende, ni la estructura en la que se mueve o la etiqueta que publicita, sino la forma de vida que realmente tiene y transmite. En definitiva, es importante configurar una metodología educativa que aporte al ser humano una formación específica (que aparte de eficiente sea también servicial), para contribuir a solucionar y a prevenir los desequilibrios de todo tipo existentes en el mundo. Para ello, delimitamos primero un marco de fundamentación que permita dar coherencia a nuestra propuesta metodológica, se plantea dicha propuesta, se ejemplifican algunas actividades para su desarrollo y, finalmente, se resumen las consideraciones más relevantes sobre este trabajo.

FUNDAMENTACIÓN PARA UNA PROPUESTA METODOLÓGICA SOBRE EL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE RELACIONADA CON UNA ESCUELA DE VALORES

Para delimitar una propuesta metodológica sobre educación y formación en el cuidado del medio ambiente, es necesario aportar referencias para su fundamentación, para que sea una propuesta coherente, sólida y funcional, en cuanto a que pueda ser llevada a la práctica con las suficientes garantías para que cumpla su finalidad educativa. El marco de fundamentación lo vamos a configurar desde la perspectiva del sentido de la vida en el que se mueve el ser humano actual y desde la interacción entre ciencia y el ámbito actitudinal de la persona, como fuente para encontrar respuestas más sólidas y eficientes.

El ser humano es el único ser viviente de la tierra que, debido a su inteligencia (no siempre acompañada de sabiduría), ha perseguido desde el inicio de su existencia el mejorar su modo de vida, buscando su bienestar a través de todos los medios posibles a su alcance. Pero resulta sorprendente que teniendo esa exclusividad de conciencia inteligente, la haya utilizado de esta forma tan poco rentable y eficiente, a juzgar por el estado actual en el que se encuentra el planeta. La explicación a esta forma de actuar del hombre está relacionada sobre todo con las finalidades reales que el ser humano persigue en esta vida, las cuales ha ido configurando a lo largo de su existencia en este mundo, pero que son mucho más acusadas en estos últimos tiempos. Estas finalidades por las que trabaja y vive, se concretan en asegurar su bienestar en esta vida, por un lado, y, por otro, en encontrar y comprender algunas respuestas sobre su origen y existencia, así como tratar de buscar un futuro viable para él y su descendencia.

Así, en la tarea de tratar de vivir con bienestar, el ser humano prioriza el conseguir una forma de vida placentera y el tener buena salud mientras la disfruta, todo a través de disponer de dinero y poder, que es el camino más “seguro” para conseguir esta meta. El empeño desmedido por conseguir esta finalidad ha llevado al ser humano a adoptar un modo de vida individualista y relativista. En cuanto a la otra finalidad, de comprender el origen del Universo y de su propia existencia, los científicos argumentan sobre un principio del Universo consistente en una explosión (“big-bang”) a través de la cual se inicio gradualmente todo (energía, materia, espacio, seres vivientes, hombre), no habiendo “nada” antes de ese acontecimiento. Este afán legítimo por tratar de comprender el origen del Universo y su propia procedencia como ser inteligente, ha supuesto un gran avance de la ciencia en cuanto a la obtención de algunas evidencias pero ha abierto al mismo tiempo un gran frente continuo, cambiante y cada vez más amplio, de nuevos interrogantes. Esta situación, junto a la heterogeneidad del pensamiento de los científicos sobre la creencia o no en un ser superior, supone en ocasiones un parcelado paradigma de reflexión sobre este tema, con lo que es lógico que el resultado sea, en general, una visión egocéntrica de la vida y del Universo. Esta forma de vida nihilista, junto a la visión egocéntrica del espacio y tiempo en el que se desenvuelve, lleva al ser humano a un estado de “malestar” en su vida, contrario, de forma paradójica, al estado de bienestar que va buscando. Los efectos a nivel individual y social de este “torpe” comportamiento que gradualmente ha ido generando, son especialmente manifiestos en los desequilibrios obtenidos (problemas de salud, mala distribución de los recursos) y en el deterioro del entorno (generador descontrolado de contaminantes y el efecto negativo de cambio climático que produce dicha conducta). Obviamente esta situación viene de una necesidad del ser humano, en parte un poco justificada, pues el malestar que se genera tiene un efecto mucho menos visible, a corto plazo, que el bienestar en el que cree vivir.

En todas las teorías y propuestas sobre el origen del Universo y de la vida, incluso las de las diversas religiones, el ser humano aparece el último de la evolución (o creación), pero

“último” precisamente por tener el papel más esencial, que es el de cuidar y respetar el medio ambiente y “servirse” de él de forma equilibrada. Este tiempo tan pequeño de existencia del ser humano, junto a la misión que le ha sido encomendada, debe de invitarle a abordar toda tarea y todo pensamiento desde la sencillez. Barrow y Tipler (1999) describen de forma acertada esta relación entre Universo y ser humano en su obra *“El principio cosmológico antrópico”*, hablando de una especie de sinfonía del Universo, en el que las leyes físicas están ajustadas de forma precisa para que sea posible la vida, de tal modo que ésta no habría sido posible si alguna de las constantes de la Naturaleza (por ejemplo el valor de la fuerza de la gravedad) tuviera un valor ligeramente distinto. Parece como si el Universo estuviera hecho para que nosotros vivamos en él, o, como dice Barrow, para que pueda albergar observadores, vida inteligente. El sentido finalista de este principio, así como su validez y sus consecuencias, hace que sea discutido entre los científicos pero es importante las consecuencias de la idea clave que se obtiene, sobre todo respecto a la actitud de agradecimiento y de sencillez que puede generar en el ser humano ante esta reflexión, que desde el principio todo ha sido diseñado y realizado para que acontezca la vida. La invitación pues a la humildad, a la motivación, a la creatividad, y a tomar decisiones constructivas y cuidar de todo lo que le rodea, es obvia.

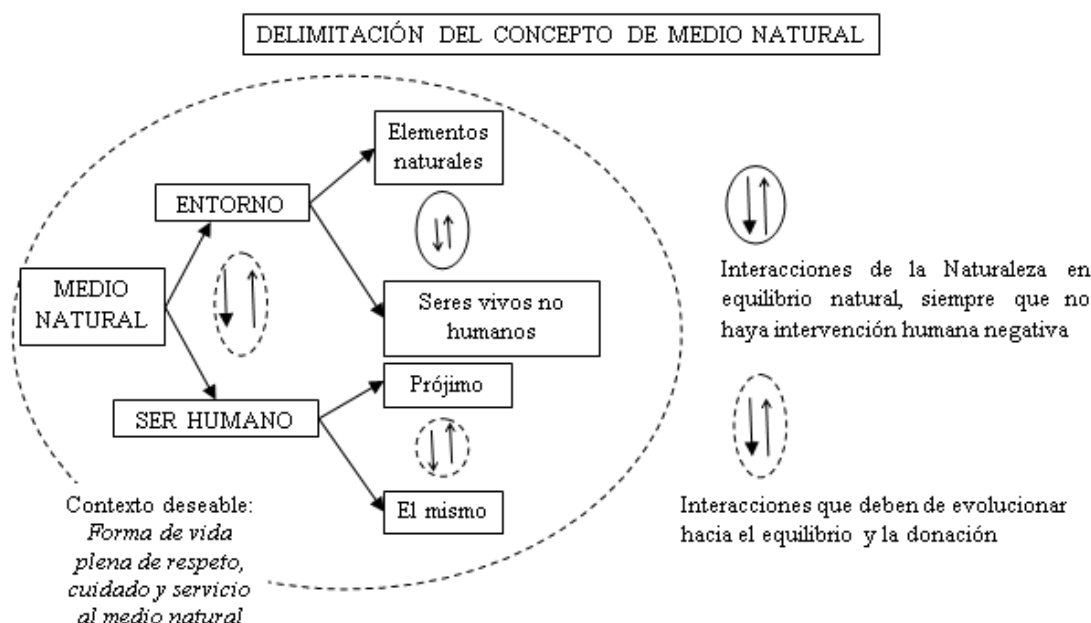
La primera idea clave que obtenemos cuando se observa a la ciencia y a la sociedad trabajando sobre el cuidado del medio ambiente, es que hay bastante tiempo perdido y con marcos de referencia, contenidos y metodologías poco rentables y eficientes. El problema, a la vista de la emergencia ambiental en la que estamos, es que en el caso del científico, hay que distinguir entre trabajar solo con inteligencia y trabajar con sabiduría, pues la sabiduría (que es inteligente pero sobre todo servicial, humilde y sencilla) no hubiera llevado a esta emergencia actual. La inteligencia por sí sola conduce a grandes avances científicos pero sin la luz suficiente para diferenciar el bienestar real frente a un “malestar” encubierto, pues en general las cuestiones de tipo ético son aparcadas de forma más o menos inconsciente. La sabiduría aporta servicio, donación y humildad a las “herramientas” de la inteligencia.

Por esto es importante fomentar y promover un diálogo abierto y sincero entre científicos de todas las creencias e ideologías. Una interacción que aporte sabiduría en todos los sentidos para resolver problemas ambientales, con una actitud constructiva y una forma de vida que prevenga y no dé lugar a estas situaciones actuales. En este marco de trabajo conjunto, a través de esa interacción eficiente e integradora, es posible intentar contribuir a solucionar los desequilibrios actuales, el poder prevenir problemas futuros y, en definitiva, ayudar a generar una visión del mundo nueva, basada en la búsqueda humilde de la verdad, en la responsabilidad, en la solidaridad y en el servicio a todo lo que nos rodea. Hemos de decir que de hecho existen numerosos ejemplos de científicos que se apoyan en su fe o en la lógica de la existencia de un ser sobrenatural, para poder avanzar sin limitaciones en sus trabajos científicos, como de hombres de fe que se acercan al saber de la ciencia para poder comprender en todos sus aspectos la obra creadora de Dios. En este sentido, podemos considerar la reciente encíclica del Papa Francisco sobre ecología (*“Laudato Si”*), como una contribución valiosa para el cuidado del medio ambiente y, al mismo tiempo, un buen ejemplo de interacción entre fe y ciencia, en este caso desde la perspectiva de la fe.

UNA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA CIUDADANOS EN FORMACIÓN SOBRE EL CUIDADO DEL MEDIO NATURAL

Marco de referencia conceptual

El marco de referencia conceptual (cuadro n° 1), en el que nos situamos para abordar el estudio del medio natural, delimitado en base a los elementos de fundamentación establecidos, incluye tanto al entorno y seres vivos que lo habitan, como, más importante, las interacciones que surgen entre ellos, especialmente la interacción del ser humano con otros seres y consigo mismo. Hay que decir que estas mismas interacciones y elementos son los utilizados por el marco oficial educativo, desde los primeros niveles de estudio, para delimitar el concepto de medio natural, aunque no llega a mencionar la forma de vida actitudinal que nosotros creemos más deseable para vivir en esa interacción con el medio.



Cuadro n° 1

Destacamos de este marco conceptual las características de las diversas interacciones que existen, en cuanto a la calidad y estado de desarrollo de cada una de ellas (ver diagramas del cuadro n° 1). Así, de igual modo que hay como una sinfonía en el Universo, también podemos decir, y como consecuencia, que hay una sinfonía bella, equilibrada y natural en la Naturaleza en la que vivimos, de tal forma que debemos de aprender de ella (Nebel, B.J. y Wright, R.T., 1999). Pero es una sinfonía que el ser humano ha roto, y sigue rompiendo con su modo de vida, al perseguir su bienestar de esa forma tan egocéntrica y desequilibrada, la cual le lleva precisamente al efecto contrario. Es evidente pues, que la Naturaleza, en su interacción natural, puede enseñar al ser humano a cómo conseguir el desarrollo sostenible, enseñanza que sería totalmente gratuita y altamente eficiente.

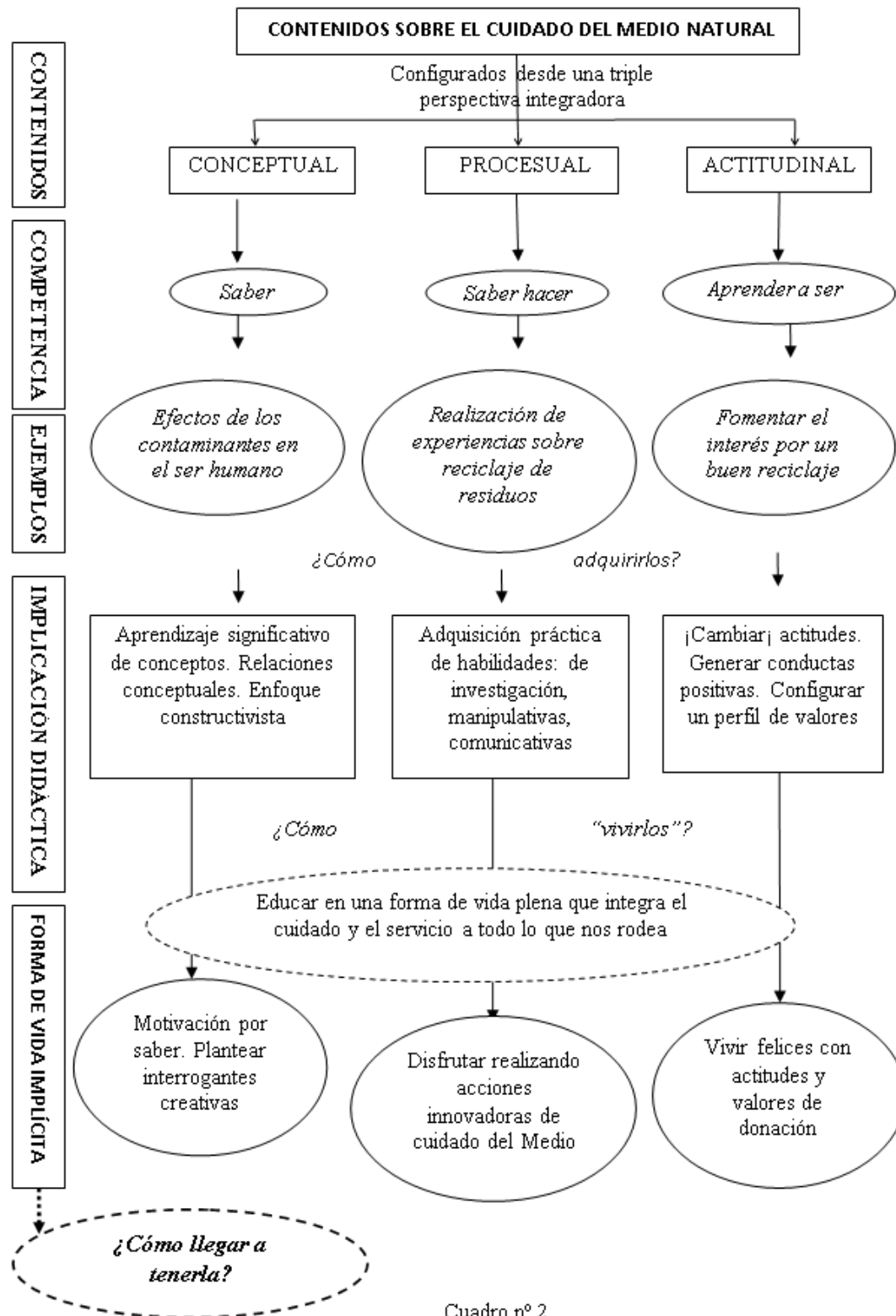
Propuesta metodológica de contenidos

Teniendo en cuenta los ámbitos de fundamentación descritos anteriormente, y desde este marco de referencia conceptual que hemos delimitado, el marco metodológico de nuestra propuesta para la formación de futuros ciudadanos sobre el medio natural, viene explicitado en el cuadro n° 2. Se parte de un tratamiento de los contenidos desde una triple perspectiva de carácter integrador: los del ámbito conceptual (relacionados con la

competencia de *saber* sobre el entorno y la formas de interaccionar con él), los del ámbito procesual (relacionados con la competencia de *saber hacer*, realizando acciones de cuidado del medio) y los del ámbito actitudinal (relacionados con la competencia de *aprender a ser*, generando actitudes y conductas deseables para el cuidado del medio ambiente). Para este cometido hay que resolver la cuestión de ¿cómo adquirirlos de forma eficiente?, a través de la implicación didáctica del docente, provocando un aprendizaje significativo de tipo constructivista, con una adquisición práctica de habilidades de todo tipo y, sobre todo, configurando una forma de vida en la que se cambian actitudes y se generan nuevas conductas y valores.

Otra cuestión clave a resolver es cómo llegar a adquirir este modo de vida que integre el cuidado y servicio a todo el medio natural, a través de una motivación e ilusión por aprender, con una iniciativa continua guiada por su propia creatividad e imaginación (ámbito conceptual). A través de la realización de actividades en las que “investiga” y disfruta al mismo tiempo, proponiendo acciones innovadoras sobre el cuidado y respeto por el medio (ámbito procesual). Y por medio de un ámbito actitudinal, en el que vive realmente feliz, generando y transmitiendo actitudes, conductas y valores de responsabilidad, solidaridad, servicio y, especialmente, de donación. Esta sería la forma de vida ideal, pero lo realmente importante es encontrar respuestas sinceras y funcionales sobre ¿cómo llegar a tenerla?.

Para responder a esta pregunta hay que ser honestos y concluir que es una forma de vida tan deseable como difícil de conseguir. Desde la religión puede haber una vía para lograrla, pero el éxito para obtenerla depende sobre todo con la sinceridad y seriedad con la que la persona viva su fe. También desde la ciencia se puede facilitar esta forma de vida, fruto de la interacción entre fe y ciencia ya referenciada. El escritor y divulgador científico Punset (2010), afirma que en los próximos cincuenta años, la carrera de maestro tendrá un contenido más profesional y complejo que cualquier otra, en la que el docente tendrá sobre todo que aprender a saber gestionar las emociones positivas y negativas de los niños, como paso previo al aprendizaje de contenidos. Resulta curioso recordar lo que Platón decía hace 2.200 años respecto a este tema: “*La disposición emocional del aprendiz determina su habilidad para aprender*”. Debemos de tener claro que las claves más determinantes para lograr la formación integral y plena de estos futuros ciudadanos están planteadas desde hace ya bastante tiempo (Hernández y Torres, 2011). Es cuestión de saber conjugar conocimiento e interacción emocional, enseñanza y sentimientos, tal como comenta Cortina (2016), en el sentido que para educar plenamente hay que tener en cuenta los sentimientos junto al razonamiento, especialmente el sentimiento de “compasión”, referido en este caso a la capacidad de alegrarse con otros en su alegría, o ser capaces de sufrir con el sufrimiento de los demás, y comprometerse a ayudarles a llevar una vida mejor.



EJEMPLOS DE ALGUNAS ACTIVIDADES RELACIONADAS CON ESTA PROPUESTA METODOLÓGICA

Actividad sobre fábulas, cuentos y textos de ciencia - ficción

- Las fábulas y el conocimiento científico en Infantil y Primaria (Andrés Zagal, 2010):

Fábula n° 2: La línea negra. La línea negra representa el tiempo desde que existe la tierra, aprox. 4,500 millones de años. Esta presentación es una lección de humildad, comparando los miles de millones que tardó en formarse la tierra con el tiempo que lleva el hombre en ella. Si el tiempo de la tierra fuera un día de 24 horas, el hombre lleva 3 segundos en ella, o si ese tiempo fuera una cinta de 30 metros (color negro), el hombre tiene de existencia 3 centímetros (color blanco).

Tarea: Dialogando con los niños, se trabaja el grado de responsabilidad: *¿Qué hemos hecho en ese tiempo con el medio ambiente? ¿Qué podemos hacer para solucionar los problemas?.* Hay que provocar reflexiones y despertar la imaginación para proponer soluciones. Otro propósito es el despertar el sentimiento de gratitud a todos los seres que han hecho posible el que podamos tener lo que tenemos ahora.

Actividad utilizando el comic como recurso didáctico



Los valores del Siglo XXI: Quino define la nueva (dolorosa) realidad

En estas ilustraciones (Salvador Lavado, 2010), Quino (autor de Mafalda), nos muestra los valores que estamos incorporando a nuestra vida diaria, valores que dominan al hombre moderno. Actividad a realizar: Se reparte el comic por grupos junto con unas cuestiones para responder cuando hayan visto la viñeta. Responder en grupo al cuestionario, intercambiar los comic realizados y establecer conclusiones. Cuestiones tras ver las viñetas:

- ¿Qué critica Quino en cada una de las viñetas?*
- ¿Cómo crees que es la forma de vida que transmite esas viñetas y cómo crees que te afecta a ti personalmente?*
- Realizar vosotros unas viñetas en las que mostréis cuál y cómo debería ser la forma de vida que creáis mejor para vivir en armonía con el entorno y con las demás personas que lo habitan.*

La encíclica “Laudato Si” como recurso didáctico

- Ejemplo de actividad: Hacer seis grupos en clase, a cada grupo se le da un texto con un capítulo de la encíclica (sin título y sin numerar). Leen el texto, sacan las ideas clave del mismo y proponen un título. En clase, cada grupo expone ideas clave y título de su capítulo. Con ayuda del profesor debaten todo lo expuesto y proponen una secuenciación de los capítulos en el orden que crean más adecuado, dando títulos definitivos a cada capítulo. Finalmente el profesor aporta el índice de la encíclica y los alumnos lo contrastan con su propuesta, estableciendo conclusiones al respecto.

CONSIDERACIONES FINALES

Hemos querido llamar la atención principalmente para concienciar de la necesidad de que los seres humanos en formación, tengan una escuela de valores y actitudes de servicio y donación, para lograr así una interacción positiva con el medio ambiente en su conjunto. Niños y niñas, con esta formación tan edificante, que se integrarían en la sociedad como ciudadanos capaces de cambiar el mundo, desde sus diversos ámbitos de trabajo y

funciones. El futuro empresario o empresaria, el futuro líder de un país, los futuros científicos y científicas, los futuros padres y madres,..., formados desde esta forma de vida, podrán con su adecuada toma de decisiones, cambiar los desequilibrios ambientales, prevenirlos y, sobre todo, mejorar las relaciones entre los seres humanos.

Esta forma de vida plena es evidente que no se puede obtener como un simple conocimiento educativo a aprender. El nivel íntimo de tipo actitudinal y personal que requiere, pasa por una formación previa del profesorado en el que el principal recurso didáctico que debe conocer y hacer suyo es, aparte de la creatividad e imaginación, la adquisición de los valores y actitudes que quiere transmitir a su alumnado, de tal forma que su propio ejemplo debe ser el catalizador esencial para que los niños y niñas puedan generar actitudes y valores positivos relacionados con el cuidado del medio y con el servicio a los demás seres vivientes de su entorno, tratando de conseguir, entre todos, un planeta cada vez más sostenible y duradero. Si el maestro/a no es capaz de aportar su ejemplo, habría que pasar al famoso “plan B”, menos eficiente: *haced caso de lo que dicen pero no tanto de lo que hacen*”.

BIBLIOGRAFÍA.

Andrés Zagal, M. y Lillo orellana, B. (2010). *Las fábulas y el conocimiento científico en Infantil y Primaria*. Comunicación presentada en *CiDd: II Congreso Internacional de Didácticas* Universidad Autónoma de Barcelona

Barrow, J.D. y Tipler, F.J. (1988). *The anthropic cosmological principle*. Oxford University Press. USA. New Ed edition.

Cortina, A. (2016). **Ética para una universidad cosmopolita. Discurso de investidura como Doctora Honoris Causa de la Universidad de Murcia**. Enero 2016.

Hernández Abenza, L. y Hernández Torres, C. (2011). Hacia un modelo dinámico y eficiente de formación del profesorado. *REIFOP*, 14 (1), 53-66. Último acceso el 11 de Enero de 2016, desde <http://www.aufop.com>.

Mace, G.. (2016). *El ser humano está detonando la sexta gran extinción. Entrevista en el diario el Mundo on line*. Último acceso el 8 de Enero de 2016, desde <http://www.elmundo.es/ciencia/2016/02/07/56b4990bca4741a80e8b45e6.html>.

Nebel, B.J. Y Wrigth, R.T. (1999). *Ciencias Ambientales, Ecología y Desarrollo Sostenible*. 6ª edición. Pearson Prentice Hall. Mexico.

Punsent, E. (2010). *El Maestro del futuro*. Entrevista en revista de educación de ANPE (Sindicato de enseñanza), nº 532, Madrid, consultada en abril de 2010.

Salvador Lavado, J. (2011). Quino define la nueva (dolorosa) realidad. Valores del hombre moderno . Educación y escuela. Último acceso el 15 de Enero de 2011, desde http://www.siyocambiotodocambia.blogspot.com.es/2011_06_01_archive.html.

Un estudio inicial sobre la importancia del hábito del desayuno de media mañana en alumnado de 1º de ESO

Rodrigo-Gómez, M. M.,¹ Rodrigo, M.²

¹UCJC-Facultad de Ciencias Sociales y de la Educación. Madrid

²UCM-Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación. Madrid.

mrodrig1@edu.ucm.es.

RESUMEN

Se ha realizado una aproximación a la situación alimentaria y a los hábitos dietéticos (y en menor medida de actividad física) en una muestra de 66 estudiantes de 1º de ESO.

El alumnado presenta valores bajos de hábitos dietéticos de estilo mediterráneo (el 51,1 % muy deficientes) y de actividad física saludable algo mejores, siendo malos para el 27,3% (ambos medidos con el *test Krece Plus*).

Por último se ha profundizado sobre hábitos de Desayuno y de toma de Media mañana o recreo matinal. De ello se desprende que valoradas en conjunto ambas la *calidad alimentaria (tipo En-kid, o presencia de lácteos, cereales y frutas)* de las tomas matinales mejora significativamente ($p < 0,01$); no obstante sigue *deficiente (baja y/o mala)* en el 24,3% de la muestra y ligado al alumnado con Sobrepeso. Se plantea al final la necesidad de abordar propuestas de EpS, especialmente utilizando la toma del Mm- recreo matinal.

Palabras clave

Educación para la salud, Educación en alimentación, Desayuno saludable.

INTRODUCCIÓN

Es frecuente que desde los estudios recientes de salud pública, nos indiquen reiteradamente que los hábitos de jóvenes y adolescentes están deteriorándose y son causa de por ejemplo altas proporciones de exceso de peso y obesidad (AESAN, 2014 y Sánchez-García, 2012).

Conocer más en profundidad la situación de los alumnos que comienzan la Educación Secundaria en relación a los hábitos dietéticos y de actividad física es una cuestión de interés. Especialmente porque así, desde el conocimiento, se pueden introducir en las programaciones docentes de los centros aspectos de Educación para la Salud que favorezcan mejores hábitos en nuestros alumnos. Por otra parte estas iniciativas están avaladas claramente por las propuestas curriculares oficiales. Éstas son las principales razones que motivan este trabajo que aquí se presenta.

MARCO EMPÍRICO

Problemática de investigación

Los problemas de salud determinados por el alto índice de obesidad no pueden ser ajenos al mundo escolar; así, de cara a enfocar estrategias de intervención educativa reales en un centro, podemos preguntarnos:

- ¿Cuál es la situación real del alumnado de, por ejemplo un aula de 1º de la ESO, a nivel de estado alimentario general y de hábitos saludables?
- ¿Cómo son, más en concreto, sus hábitos alimentarios de Desayuno y de Media mañana o recreo?
- ¿Qué pistas o caminos didácticos e investigadores nos sugiere la descripción de la situación, a la hora de buscar mejores hábitos para nuestro alumnado?

Sujetos y contexto del estudio

La investigación tuvo lugar en el IES Alonso de Madrigal de Ávila capital y en el IES Gregorio Marañón de Madrid-capital (Enero-Marzo de 2015). Todos los permisos fueron obtenidos teniendo el visto bueno y consentimiento de la Dirección del Centro y de los padres o tutores de los alumnos de 1º de la ESO. Los participantes finales del estudio fueron 66; 35 chicos (53%) y 31 chicas (47%), con una media de edad de $13 \pm 0,6$ años y se les informó previamente del objetivo del mismo y participaron voluntariamente.

Instrumentos de recogida de datos y análisis de los mismos

El instrumento para obtener datos ha sido un cuestionario elaborado en parte a partir de Aranceta Bartrina, 2007 (ver también Rodrigo Gómez, 2015 y Rodrigo Gómez et al., 2017) y fue pasado en presencia del investigador. Dicho cuestionario se estructura en una serie de ítems en torno a tres grandes dimensiones de análisis:

- *Identificación y Caracterización general* (con los indicadores: Sexo, Edad, Costumbres dietéticas generales e IMC). Durante el desarrollo de la sesión del Cuestionario los alumnos fueron pesados y medidos por el investigador. Para ello descalzos y con ropa ligera, se pesaron en una báscula marca Soehnle (precisión 100 g y carga máxima de 130 Kg.) y tallados con un tallímetro móvil marca Seca (medición hasta 220 cm). Los datos de IMC se analizaron según la propuesta de Dalmau et al. (2007).
- *Hábitos saludables* (con los indicadores: Aproximación a hábitos de Dieta Mediterránea-Test Krece Plus y aproximación a hábitos de Actividad Física saludables- Test Krece Plus a partir de las propuestas ya validadas de Serra et al. (2003) y Aranceta (2007).
- *Hábitos de Ingestas Matinales* (con los indicadores: Frecuencia, Ambiente y Calidad En-Kid que se analiza con la propuesta de Serra y Aranceta de 2004).

El tratamiento estadístico de la información se ha realizado con el paquete estadístico SPSS 21. El test Chi-cuadrado se ha utilizado para contrastar las proporciones entre las variables cualitativas. La significación estadística se calculó al menos con al menos el 95% de probabilidad ($p < 0,05$).

DISCUSIÓN GENERAL DE RESULTADOS

La situación alimentaria aproximada (según IMC) de nuestros estudiantes indicaría que un 24,3 % tendrían exceso de peso dato próximo al 25,3% reportado por Rodríguez et al.

(2012) y algo mejor que el ofrecido también para jóvenes de similares edades (con hasta un 28,3%) recogido por Díez-Navarro et al. (2014).

Asimismo hemos encontrado diferencias significativas, a favor de un número mayor de chicas frente a chicos en Normopeso al igual que Rodríguez et al. (2012), aunque no en otras situaciones alimentarias, aspecto que estos autores citados sí refieren.

Para el cribado rápido de hábitos alimentarios y de actividad física en niños (4-14 años) Serra et al. (2003) propusieron unos sencillos *test* (*Krece Plus*) que hemos utilizado; así hemos obtenido que los hábitos alimentarios sería malos para 51,1% y los de actividad física para un 27,3%, en tal sentido recientemente Calvo et al. (2014) reportaron (para estudiantes canarios de 10 años, por tanto, algo más jóvenes que los nuestros) resultados algo más desfavorables tanto en situación alimentaria (59,3%) como en actividad física no deseable (39,3%) y al igual que nuestros datos tampoco encuentran diferencias entre sexos.

Como acabamos de ver, los hábitos alimentarios parecen estar mucho peor que los de actividad física, dado que las tomas matinales pueden ayudarnos a entender y mejorar los primeros pasamos a discutir algunos resultados más llamativos. A pesar de las campañas publicitarias de los organismos gubernamentales (EUFIC, 2010) el hábito de no desayunar nada (incluida la media mañana) está presente para un 4,7% de nuestro alumnado, este dato estaría en línea con el indicado para el 4,1% de los estudiantes analizados en el estudio En-Kid (Serra y Aranceta, 2004); y estaría mejor que el dato de un 6,5% de no desayunos, referido para adolescentes madrileños de similares edades recientemente por Díez-Navarro et al. (2014).

No obstante lo anterior, en nuestros resultados hemos hecho referencia específica al primer desayuno y al segundo desayuno (Media-mañana o recreo) esta separación no es muy frecuente en los estudios analizados y nos resulta difícil establecer comparaciones. Así, si nos referimos sólo al primer desayuno del alumnado aquí investigado un 18,2% no desayunarían, y sería un dato similar al indicado en estudiantes madrileños por Rodríguez et al. (2012) que reportan un 17,4% de ausencias de desayunos. Asimismo es relevante la relación estadísticamente significativa de tener una mala calidad del desayuno y altos niveles de IMC centrado en zona de Obesidad (ver Tabla 1).

Como interés para nuestro estudio hemos analizado especialmente por su relación con el ámbito escolar la presencia o ausencia de la Media mañana o recreo; así, el 22,7 % de nuestros estudiantes no la practican, siendo este dato mejor que el indicado por Aranceta et al. (2004) que sitúan la no práctica regular de la toma de media mañana en un 50% de los jóvenes españoles.

Aproximación alimentaria (IMC)			Calidades En-Kid del Dy				Total	
			Mala	Baja	Regular	Buena		
I M C	Bajo peso	Recuento	1	1	3	1	6	
		%	8,3%	11,1%	8,6%	10,0%	9,0%	
	Normopeso	Recuento	3	5	27	9	44	
		%	25,0%*	55,6%	77,1%*	90,0%*	66,7%	
	Sobrepeso	Recuento	2	1	2	0	5	
		%	16,7%	11,1%	5,7%	0,0%	7,6%	
	Obesidad	Recuento	6	2	3	0	11	
		%	50,0%*	22,2%	8,6%*	0,0%*	16,7%	
	(*) p<0,05		Recuento	12 (100%)	9 (100%)	35(100%)	10 (100%)	66 (100%)

Tabla 1: Caracterización (según Serra y Aranceta, 2004) de la muestra (n=66) según el nivel de Calidad En-Kid o presencia de alimentos: Lácteos = +1 punto; ó Cereales de calidad =+1; ó Fruta =+1 de la primera toma matinal (Desayuno = Dy) y relación con el IMC

No sólo la cantidad sino la calidad de los desayunos es muy importante (Rodrigo et al., 2015) y puede venir marcada por un ambiente deseable (más de diez minutos y el estar acompañado) como en su día puso de manifiesto el estudio En-Kid (Serra y Aranceta, 2004). En tal sentido, un 43,9% de nuestro alumnado tendría un ambiente poco propicio durante el primer desayuno (Malo o Bajo) dato mejor que el ofrecido (un 59,5%) en el citado estudio En-Kid. Como hemos puesto de manifiesto este ambiente de desayuno guarda relación con los ingredientes presentes, aspecto que también hemos valorado y hemos denominado *calidad En-Kid* (presencia/ausencia de lácteos, cereales y/o frutas). La incorporación de la M-m hemos constatado que mejora significativamente esta calidad (ver Tabla 2), aspecto que no hemos podido contrastar con otros estudios. Así, si sólo contabilizamos el primer desayuno la calidad es excelente par el 15,3 % y sube al 30,3% del alumnado contabilizando Dy+M-m; en los datos reportados por el estudio En-kid (Serra y Aranceta, 2004) para similares edades referidos sólo al primer desayuno reportan datos de calidad excelente mucho más bajos (sólo un 4,2% del alumnado investigado). Así, en línea con estudios similares en los que se ha abordado el desayuno en escolares y adolescentes (Aranceta et al., 2004; Díez-Navarro et al., 2014; Rodrigo et al. 2015) se mantiene claramente la necesidad de abordar programas de mejora de éste para la gran mayoría y así mejorar los hábitos alimentarios de los estudiantes investigados.

Ingesta valorada en los 66 estudiantes	Puntuaciones de Calidad* EN-Kid: Medias ± Desviaciones Standard (**) p<0,01
Desayuno (Dy)	1,65 ± 0,95**
Media mañana (Mm)	0,95 ± 0,73**
Dy+ Mm	1,98 ± 0,88**
¹ Puntuaciones (según alimentos: Lácteos = +1 punto; ó Cereales de calidad =+1; ó Fruta =+1): Buena Calidad de 3-2,1 puntos; Regular Calidad de 2-1,1 puntos; Baja Calidad de 1-0,1 puntos; Mala Calidad si son 0 puntos.	

Tabla 2: Puntuaciones medias¹ según el nivel de Calidad En-Kid (Serra y Aranceta, 2004) de las ingestas (Desayuno = Dy; Media mañana o recreo = Mm; y en Conjunto = Dy+Mm).

Por último indicar además que la relación entre mejores datos de IMC (Normopeso) y por ejemplo el realizar el primer desayuno y tomar lácteos en él se ha puesto de manifiesto también en nuestro estudio (ver de nuevo la Tabla 1) y en el mismo sentido recientemente han recogido este tipo de conexiones estudiando los desayunos de jóvenes madrileños autores como Díez-Navarro et al. (2014). Por lo tanto la mejora de los desayunos guardaría relación general con la mejora de la situación alimentaria de los estudiantes y este es otro objetivo muy deseable.

CONCLUSIONES

En primer lugar debemos indicar que esto es un estudio inicial de aproximación descriptiva realizado en el seno de un Trabajo Final de Posgrado, dado el nº de estudiantes analizados (66) y dado que se basa fundamentalmente en las declaraciones realizadas a dos Cuestionarios (elaborados a partir de Aranceta Bartrina, 2007) debemos mantener cierta cautela en las consideraciones que seguidamente realizamos:

1ª. Salvo algún dato particular (distribución de situación de *Normopeso algo mejor para las chicas*) no hemos encontrado grandes diferencias entre los resultados referidos a los chicos y las chicas analizados.

2ª. El nivel general de Situación Alimentaria (aproximada con los datos de IMC) y de Hábitos Saludables, tanto de Dieta como de Actividad Física valorados con los Tests Krece-Plus (Aranceta Bartrina, 2007), determinarían que estamos ante un grupo escolar que podemos catalogar como similar a los que han estudiado otros autores que hemos referenciado.

3ª. Con respecto a lo anterior destacamos:

3ª.1 El IMC del alumnado indicaría que el 66,7% estaría en *Normopeso (algo mejor las chicas)*; en Exceso de peso (Sobrepeso + Obesidad) un 24,3% y el 9,0% en Delgadez.

3ª.2 La aproximación a la Dieta Mediterránea (DM) es *Buena para el 9,1%*; Regular para el 39,4% y Mala para el 51,5%.

3ª.3 La aproximación a hábitos de Actividad Física Saludable es *Buena para el 27,3%*; Regular para el 45,4% y Mala para el 27,3 %.

4ª. Realizado un estudio especial de las Ingestas Matinales (Desayuno y Media-mañana), y después de valorar su Calidad tipo En-Kid (*o presencia de lácteos, cereales y frutas*). De nuevo obtenemos, en términos genéricos, parecidos datos que también ponen en evidencia otros estudios que hemos consultado que hacen referencia a escolares de similares características a los que participan en nuestro trabajo.

5ª. En tal sentido podemos indicar que:

5ª.1. El 4,7% del alumnado estudiado ni Desayuna ni realiza la Media mañana.

5ª.2. En general valoradas en conjunto ambas la *calidad alimentaria (tipo En-kid)* de las tomas matinales mejora significativamente ($p < 0,01$) y pasaría a ser *Alta para el 30,3%* y *Media para el 45,4%*; no obstante *sigue deficiente (Baja y/o Mala)* en el 24,3% de la muestra.

5ª.3. Además esta *Deficiente* calidad alimentaria mayoritariamente suele estar asociada a los alumnos con *Exceso de peso que significativamente*

($p < 0,05$) se asocian a los que *no* suelen *Desayunar* y *toman pocos alimentos como lácteos o cereales de calidad*.

6ª. Según lo anterior, con vistas a mejoras aplicables desde la Programación escolar y dado que los hábitos de dieta son en los que más hemos profundizado, consideramos que éstos tiene margen de mejora y promover (y a la vez mejorar) las tomas de Desayuno y Media mañana o recreo (que no realizan un 18,2% y un 22,7% respectivamente de los escolares analizados) puede ser un objetivo didáctico de Educación para la Salud a explotar (véanse algunos documentos didácticos de apoyo en Aranceta Bartrina, 2007).

Para concluir, a pesar de todo lo anterior, existen además otras posibilidades de profundizar en el estudio con investigaciones futuras y de establecer líneas didácticas de mejora de hábitos saludables que podríamos considerar como:

- Introducir como fuente de información (mediante cuestionarios o entrevistas preparados para tal fin) la visión de los padres o tutores de lo que hacen sus hijos/as.
- Ampliar a un número mayor de alumnos (clases) la investigación.
- Comparar con otros centros- grupos que a su vez también se puedan investigar, etc.

Con respecto a profundiza en la didáctica de hábitos saludables:

- Una vez promovidas actividades didácticas, ver si ha habido cambios de hábitos y en qué dirección.
- Explotar las posibilidades didácticas de esta temática ligada a la alfabetización científica promovida desde el Departamento de Ciencias de los Centros, etc.

Para terminar indicar que todo lo anterior nos ha supuesto una experiencia claramente satisfactoria, especial importancia en ello han tenido, los Tutores de las Clases que hemos estudiado y precisamente ellos, los chicos y las chicas investigados que merecen nuestra mejor consideración, ¡gracias a todos ellos!

BIBLIOGRAFÍA

AESAN (2014). Estudio de Prevalencia de Obesidad Infantil: ALADINO 2013. Recuperado de: http://www.observatorio.naos.aesan.msssi.gob.es/docs/docs/documentos/Estudio_ALADINO_2013.pdf (Consultado el 2 de Febrero de 2016).

Aranceta, J., Pérez, C., Ribas, L. y Serra, LL. (2004). Desayuno y equilibrio alimentario, en Serra Ll. y Aranceta. J. (Eds.), *Desayuno y equilibrio alimentario. Estudio En-kid*. Barcelona: Masson, Vol. I, 9-19.

Aranceta, J. (Coord.) (2007). **Guía sobre Alimentación Saludable. Guía para el profesorado**. Material del Programa PERSEO. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo. Recuperado de: http://www.perseo.aesan.msssi.gob.es/docs/docs/guias/guia_profesorado_as.pdf (Consultado el 3 de Febrero de 2016).

Calvo, M., Rodríguez, C., Moreno, P., Abreu, R., Aguirre, A. y Arias, A. (2014). Valoración del estado nutricional de escolares de primaria en la isla de Tenerife (España). *Hig. Sanid. Ambient.*, 14(1), 1171-1177.

Dalmau, J., Alonso, M., Gómez, L., Martínez, C. y Sierra, C. (2007). Obesidad Infantil. Recomendaciones del Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría. Parte II. Diagnóstico. Comorbilidades. Tratamiento. *Anales de Pediatría*, 66, 294-304.

Díez-Navarro, A., Martín-Camargo, A., Solé-Llusá, A., González-Montero de Espinosa, M. y Marrodán, MD. (2014). Influencia del desayuno sobre el exceso ponderal en población infantil y adolescente de Madrid. *Nutr. Clín. Diet. Hosp.*, 34(2), 9-17.

EUFIC (Consejo Europeo de Informa. sobre Alimentación) (2010). Desayunar con regularidad. Un hábito saludable en la Infancia y para el resto de la vida. *Alimentación Hoy*, 72, 1-2.

Rodrigo Gómez, MM. (2015). Un estudio Inicial de hábitos saludables en 1º de ESO. Trabajo Fin de Master. Facultad de Ciencias Sociales y de la Educación de la UCJC. Madrid

Rodrigo Gómez, MM.; Ejeda Manzanera, JM. y Rodrigo Vega, M. (2017, en prensa). Un estudio Inicial de Hábitos Saludables en 1º de ESO. *Revista Complutense de Educación*.

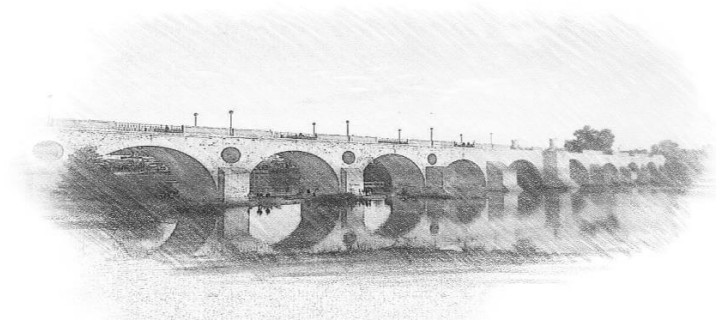
Rodrigo, M., Ejeda, JM., Iglesias, MT., Caballero, M. y Ortega, C. (2015). Una investigación sobre la calidad del desayuno en una población de futuros maestros. *Nutr. Clín. Diet. Hosp.*, 35(1), 76-84.

Rodríguez, M., García, A., Salinero, JJ., Pérez, B., Sánchez, JJ, García, R., Robledo, S. e Ibáñez, R. (2012). Calidad de la Dieta y su relación con el IMC y el sexo en adolescentes. *Nutr. Clín. Diet. Hosp.*, 32(2), 21-27.

Sánchez-García, A. (2012) Características de las intervenciones de educación nutricional que predisponen al cambio de hábitos alimentarios de jóvenes y adolescentes. *Nutrición Clín. Diet. Hosp.*, 32 (supl.1), 54.

Serra, Ll y Aranceta, J. (2004). *Desayuno y equilibrio alimentario. Estudio En-Kid* (Vol.1). Barcelona: Masson.

Serra, Ll., Aranceta, J. y Rodríguez-Santos, F. (2003). *Crecimiento y Desarrollo. Estudio En-Kid (Volumen IV)*. Barcelona: Masson.



PÓSTERES

Línea 6. Ciencia, Tecnología y Sociedad

Percepción de los maestros sobre los Incendios Forestales

¹Alcahud, M., ²Ruiz-Gallardo, J. R., ²Paños, E.

¹Geacam (Gestión Ambiental de Castilla-La Mancha).

²Departamento de Pedagogía (Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales).
Universidad de Castilla-La Mancha).

malcahud@geacam.es

RESUMEN

Los incendios forestales se han considerado como el gran enemigo del medio natural, no sólo en España, sino en buena parte del mundo. Sin embargo, en ocasiones forma parte de los ecosistemas, incluso puede ser beneficioso y un considerable aliado. Este trabajo evalúa la percepción de los docentes ante este fenómeno, y su enseñanza en el aula. Para ello se ha encuestado a 78 profesionales de la educación, encontrando que impera el paradigma tradicional del incendio forestal como algo altamente negativo. No obstante, los maestros también son capaces de asumir su presencia como un fenómeno natural. La mitad ha trabajado el tema en sus aulas, pero son muy pocos los que, entre el material curricular, lo han encontrado de manera explícita.

Palabras clave

Incendios forestales, Educación, paradigma tradicional, paradigma científico.

INTRODUCCIÓN

Los Incendios Forestales (IIF) son un fenómeno recurrente y de evidentes efectos sobre el entorno y sus habitantes. Su recurrencia parece tener una tendencia creciente: en la Península Ibérica, por ejemplo, en los años 60 había una media anual inferior a los 2.000 eventos, mientras en los 90 se superaban los 19.000 siniestros al año, y una superficie forestal quemada por encima de las 150.000 ha/año, triplicando a la de los 60 (MAGRAMA, 2011). El peor de sus efectos aparece con las pérdidas humanas. En el periodo 1980-2010 las víctimas fueron 245, de las que 187 pertenecían al dispositivo de extinción y 58 eran ajenas al mismo (Cardil y Molina, 2013).

Los IIF son muy complejos y tienen una base natural pero con importantes implicaciones humanas. Ello hace que la percepción general por parte de la sociedad, mayoritariamente urbana, sea simplificarlo a un problema meramente humano no resuelto que se repite todos los veranos. Pero curiosamente, esta visión no es compartida por igual en toda la sociedad. Así, estudios como el de Molinero, García, Cascos, Baraja y Guerra (2008), muestran como la población rural tiene opinión de los IIF radicalmente opuesta a la de políticos, conservacionistas y mundo urbano: los primeros los ven como una herramienta cultural y de trabajo, el resto, como una amenaza, un enemigo a batir.

Lo cierto es que los IIF no son exógenos a la mayor parte de los ecosistemas naturales. De hecho, los registros paleoecológicos y de los análisis filogenéticos demuestran que el fuego es un proceso muy antiguo en la historia de la vida, que se remonta al origen de las plantas terrestres (Keeley y Pausas, 2009). Por tanto, las poblaciones de muchos ecosistemas suelen estar adaptadas para afrontar una recolonización tras el fuego, e

incluso, viéndose algunas fuertemente beneficiadas (Hanes y Jones, 1967; Tyler, 1995; Nuzzo *et al.*, 1996). No obstante, lo naturales hasta que el hombre fue capaz de domesticarlo (Pyne, 1997).

El fuego representa una fuerza que, cuando se desata, destruye lo que encuentra a su paso, por lo que su dominio implica poder y capacidad para transformar el mundo. Su domesticación está considerada como uno de los logros más importantes de la especie humana, la única que lo ha conseguido (Agee, 1993). Desde entonces, su presencia en los ecosistemas europeos ha coexistido con la actividad antrópica (Montiel, 2009). El hombre lleva miles de años habitando el área mediterránea, y el fuego fue una de las primeras herramientas que empleó en su actividad transformadora del medio que le rodeaba (Gómez del Álamo, 2013). Ya en la Eneida (Siglo I A. de C.), Virgilio menciona a los fuegos que los pastores prenden en el bosque cuando el viento es apropiado (Rodríguez López, 2012).

Por tanto, durante miles de años toda la humanidad se ha desarrollado y distribuido por la Tierra gracias a la domesticación del fuego, conquistando masivamente regiones climáticas frías en base a su capacidad de calentar los ambientes donde vive, descongelar el agua, cocinar los alimentos o eliminar rápidamente y con poco esfuerzo masas vegetales.

Sin embargo, la visión de la sociedad, particularmente urbana, ha simplificado el problema con un mensaje que ha derivado en considerar que cortar un árbol es algo malo en sí mismo, de forma que el bosque es un Dios intocable y el fuego, o la motosierra, son demonios a combatir (Castellnou, Nebot y Miralles, 2007), cuando la realidad indica que en un monte, cortar árboles en la medida adecuada o realizar quemas controlada (fuegos prescritos) son excelentes medidas para evitar esos grandes incendios que son, sin duda, los devastadores.

Pero no es raro que la sociedad vea así a los incendios, cuando los mensajes que se lanzan desde los medios de comunicación, políticos o grupos conservacionistas, van en esa línea. Por ejemplo, Greenpeace en su informe de 2010 indica que el 80% de los incendios forestales en España han sido provocados por el ser humano (Greenpeace, 2010). Detrás de esta aseveración: *provocados por el ser humano*, sin más concreción, subyace la percepción de culpabilidad del hombre, mezclando la negligencia con la intencionalidad y todas las variables que ambas conllevan.

Muy significativos son también los nombres de otros informes, *Incendiarlos. El perfil de los que queman el bosque en España* (Greenpeace, 2007) o, *Incendios forestales ¿el fin de la impunidad?* (Greenpeace, 2008). No obstante, es justo destacar que en su último informe (Greenpeace, 2014), este mensaje está siendo sustituido claramente por otros más positivos, en donde ya no son todos los incendios igualmente nocivos.

Centrándonos en el ámbito educativo, las misivas no discrepan demasiado. Haciendo una revisión por las campañas realizadas específicamente para escolares en relación a los IIF:

- Guía para docentes "Evita el fuego...la diversidad es vida". Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA).
http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/incendios-forestales/prevencion/evita_el_fuego.aspx
- Manual de orientación para docentes "Evita el fuego...la diversidad es vida". MAGRAMA.
<http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/recursos/materiales/evita-fuego.aspx>

- Fuego en el corazón. La prevención cerca de ti. Material didáctico para la realización de actividades sobre incendios forestal. MAGRAMA. <http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/recursos/materiales/fuego-corazon-prenvencion.aspx>
- Los incendios forestales. Actividades. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Materiales y recursos de educación ambiental. <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=e258a923c3108210VgnVCM100001325e50aRCRD&vgnnextchannel=42d2389d8f6d4310VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnnextfmt=portalwebTipoInfo>
- Crece con tu Árbol. Programa de la Consejería de Educación. Junta de Andalucía. http://www.juntadeandalucia.es/educacion/nav/contenido.jsp?pag=/contenidos/oe/planesyprogramas/programaseducativos/programas_educacion_ambiental/arb ol
- Un calor achicharrante! Comisión Europea. Luxemburgo: Oficina de publicaciones de la Unión Europea. <http://bookshop.europa.eu/es/-un-calor-achicharrante--pbml3211678>
- Incendios Forestales. Consejería de Educación. Gobierno de Canarias <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/recursoseducativos/2011/01/18/incendios-forestales/>
- Programa MEFyTU. El bosque Mediterráneo, el Fuego y TU. http://www.paucostafoundation.org/single_projectes.php?id=4&categoria=divulgacio
- Programa Brotes. PROFOR. <http://www.programabrotos.es/>
- Ambientalmente sustentable. Revista científico galego-lusófona de educación ambiental. <http://revistas.udc.es/index.php/RAS/index>

Salvando excepciones, que referiremos más adelante, todos coinciden en una visión negativa de los incendios: destrucción, catástrofe, evita el fuego, etc., son los términos frecuentemente empleados, obviando su uso positivo, sus beneficios y sus posibilidades cuando está bien empleado. Y como es obvio, si se analiza la percepción de los estudiantes, las cosas cambian poco. Por ejemplo, en un estudio sobre alumnos de Bachillerato (Montoya, Carrillo y Ortega, 2013), observan como la opinión de los estudiantes ante los IIF es completamente negativa. Pero también, que tras una serie de actividades de concienciación y sensibilización, la imagen cambia de forma radical en el grupo experimental, hablando incluso de los pequeños incendios como medida para evitar grandes incendios.

Y en esa línea y con la misma filosofía está MEFyTU¹, promovido por la fundación Pau Costa, y que constituye una excepción entre las campañas previamente relatadas. Se trata de un programa que cita entre sus objetivos el dar a conocer los incendios forestales como un factor ecológico del clima mediterráneo, ecosistema modificado intensamente por los habitantes de la región desde hace miles de años. Con ello, pretende reorientar la relación de la sociedad con el bosque y conseguir, a través de la gestión forestal (entre la que

¹ http://www.paucostafoundation.org/single_projectes.php?id=4&categoria=divulgacio

también está el empleo del fuego), bosques más resistentes a los grandes incendios forestales.

Para ello plantea, entre otras actividades, reuniones con maestros o profesores, presentaciones audiovisuales con los alumnos, preparación y quema de maquetas simulando dos tipos de bosque, gestionado y no gestionado, y salidas a zonas forestales quemadas.

Aunque existen diversos documentos en esta línea, como por ejemplo "Qué mala suerte: ¡se me ha quemado mi casa en el campo!" (<http://fuegolab.blogspot.com.es/2013/08/que-mala-suerte-se-me-ha-quemado-mi.html>), estos planteamientos no han sido en general llevados al material didáctico.

Ningún trabajo se ha encontrado relacionado con la percepción que tienen los docentes, por lo que este trabajo viene a cubrir esa carencia, y que como hipótesis de partida, pronosticamos que no debe variar mucho de la percepción social general, en el mundo urbano.

Así pues, el objetivo de este trabajo es evaluar cuál es la percepción de los maestros, educadores sobre los incendios forestales. También, indagar sobre si se trata este tema en las aulas de Educación Primaria.

MÉTODO

Muestra

La muestra está constituida por 78 individuos (65% mujeres, 14% varones y el resto no específica). De ellos, 59 son maestros y 19 monitores y/o educadores ambientales. La edad media es de 36.8 años (DT= 8.7). La muestra fue seleccionada por muestreo no probabilístico y de conveniencia, a partir de varias redes sociales virtuales relacionadas con el sector, a las que los autores tenían acceso.

Obtención de datos.

Para la obtención de los datos se ha elaborado una encuesta *ad-hoc*. Las cuestiones fueron creadas a partir del estudio del material didáctico, detallado en el epígrafe anterior y contrastando con bibliografía específica y la experiencia durante 18 años del primer autor en el sector forestal y de los incendios forestales. Las cuestiones inicialmente planteadas fueron revisadas por cinco expertos: tres profesores de universidad relacionados con diferentes aspectos de los IIF, y dos maestros en ejercicio, con conocimientos extra de carácter ambiental.

La encuesta estaba constituida por nueve preguntas cerradas (Tabla 1), con respuesta Sí/No o con de respuesta múltiple. También se introdujeron dos abiertas para que expresaran sus posturas ante cuestiones de interés (véase resultados).

Análisis de datos.

Para el análisis de los datos cuantitativos se han utilizado frecuencias y proporciones a fin describir preferencias a las posibles respuestas a cada cuestión. Los comentarios escritos en las preguntas abiertas se han analizado extrayendo las palabras e ideas clave relacionadas por los encuestados, utilizando HyperResearch V2.8.3.

RESULTADOS

La tabla 1 resumen las respuestas de los docentes a las cuestiones cerradas.

Cuestión	Opciones de respuesta y frecuencia
¿Has presenciado alguna vez en directo un Incendio Forestal?	Sí=19; No= 52
¿Has visitado alguna vez un terreno quemado?	Nunca= 9; días o semanas después=23; meses después= 26; años después=17
Generalmente, ¿consideras el IF como una catástrofe natural?	Sí= 41; No= 32
Consideras que los incendios son un problema de origen ...	Fundamentalmente humano=65; Fundamentalmente natural=2; ambos=1; no son un problema=1
¿Consideras que sería posible eliminar los IIFF prohibiendo los elementos que los originan?	Sí=41; No=29
¿Consideras que es posible asumir la existencia de los IIFF como fenómeno natural y protegernos de sus efectos?	Sí=50; No=10
¿Te consideras capaz de explicar de manera fundamentada el problema de los IIFF a niños de entre 6 y 12 años?	Sí=48; No=27
¿Has trabajado el tema de los IIFF en la etapa de Primaria en alguna ocasión?	Sí=37; No=38
¿Recuerdas haber visto referencias al tema de los IIFF en material curricular de la etapa?	Sí, de forma específica=7; sí, de forma genérica=46; No=22

Tabla 1: Cuestiones cerradas planteadas a los docentes y frecuencia de respuesta.

En relación a las cuestiones abiertas, su síntesis a partir de las palabras o frases clave expuestas por los encuestados, es la siguiente:

¿Se te ocurre algún caso en el que un incendio forestal pueda suponer una mejora en la Biodiversidad de la zona quemada?

Responden 36 individuos de los 78 encuestados. De ellos el 58.3% dicen taxativamente y exclusivamente un rotundo NO, tres individuos (8.3%) coinciden en que puede ser bueno para las plantas pirófitas, y la misma cifra, que pueden ser buenos para prevención de incendios. Dos (5.5%) dicen que no lo saben, otros tantos que tienen dudas, y los mismos que pueden servir como oportunidad para poner algo autóctono, donde no lo hay. Con una respuesta hay 3 individuos con propuestas tales como para eliminar ratas, para mejorar la caza o para renovar el suelo.

¿Sabrías dar algún ejemplo de trabajo preventivo contra IIFF?

A esta cuestión responden 44 de los 78 encuestados, aunque cuatro de ellos responden que no saben ninguna medida preventiva. La respuesta más frecuente tiene relación con la limpieza del monte (22 individuos), seguida de las relacionadas con los cortafuegos (13). Con cuatro comentarios hay dos elementos, por un lado cumplir la normativa relativa a hogueras, acampadas, quemas de rastrojos, etc., y por otro los que hablan de Educación como medida preventiva. Finalmente, dos escriben “bomberos” y uno “ordenación de montes”.

DISCUSIÓN

Observamos que son algo más de un cuarto, de los docentes que responden, los que han presenciado en directo un incendio, y ligeramente por encima del 30% los que han visto sus efectos con una proximidad de ocurrencia suficiente para comprobar sus efectos (días o meses después de fuego). Ello nos muestra que son bastantes los que han contactado, de primera mano, con el fenómeno de los incendios y de sus consecuencias, y no sólo a través de las noticias y los comentarios mediáticos. Vemos, además, que la mayor parte

de los educadores piensa que son una catástrofe (56.1%), aunque sorprendentemente, casi el 44% opina que no lo son. Verdaderamente, la visión actual de los incendios, como se ha venido indicando en epígrafes previos, no siempre debe entenderse como tal. Así, incluso, grupos conservacionistas, como Greenpeace, en su informe "10 aspectos destacados de la temporada de incendios forestales 2014, incluye el punto 9, llamado "Dejar arder: el fuego contra los incendios forestales del futuro" (Greenpeace, 2014, p. 7). Parece que hay una proporción de maestros destacable que piensa que no siempre es una catástrofe, lo que hace vislumbrar un interesante cambio en el paradigma tradicional del conservacionismo a ultranza.

A pesar de esta elevada proporción de docentes que no ven a los IIFF como una catástrofe, ante la primera cuestión abierta comprobamos que la mayoría no encuentra mejoras en la biodiversidad de los terrenos quemados, y sólo poco más del 8% coincide en que beneficia a plantas pirrófitas. Aquí aparece un detalle importante, y es que hay otro 8% de individuos que son conscientes de que ciertos incendios pueden ayudar a prevenir otros incendios de mayor gravedad, tal y como se exponía previamente con los comentarios del informe de Greenpeace. Algunos le ven el potencial al incendio de que destruyendo una masa alóctona, puede aprovecharse la oportunidad para permitir una sucesión ecológica de especies autóctonas, hasta llegar a la climax climática.

Aciertan los maestros en que la causa original de los incendios es antrópica. Así, según el ministerio competente en su informe síntesis de 2011, sobre el decenio 2001-2010 (MAGRAMA, 2011), el 78% de los siniestros tienen origen humano. Pero también parece que mayoritariamente apoyan que prohibir elementos que causan los incendios antrópicos podría eliminar el problema de los IIFF. Sin embargo, hay que tomar en consideración la idiosincrasia de cada región española. En efecto, analizando las causas de estos fenómenos por regiones (MAGRAMA, 2012) encontramos que mientras en el Noroeste peninsular la causa principal es la intencionada (70%), esta causa no llega al 30% en las comunidades del interior o en Canarias. En el Mediterráneo o en las comunidades interiores, son las negligencias las que predominan, causando más del 40% de los eventos.

¿Cómo prohibir a un incendiario que haga lo que ya está prohibido? ¿Cómo evitar las negligencias prohibiendo? De hecho, en la primera pregunta abierta, la normativa relativa a prohibir o limitar ciertas actividades ha sido la propuesta más citada por los encuestados. No obstante y considerando esta propuesta, el trato no debería ser global, sino segmentado por regiones y sus características, atendiendo a la ya referida diferente idiosincrasia de las regiones españolas.

Las propuestas más frecuentes giran en torno a los trabajos de prevención: limpieza del monte y construcción de cortafuegos, en lógica consonancia con la política forestal y de comunicación seguida en las últimas décadas. Sin embargo, la solución a estos problemas no pasa únicamente por las técnicas, investigando sobre nuevas propuestas y mejorando las existentes, sino que hay que centrarse en la educación, para influir en el comportamiento de la sociedad a medio y largo plazo (Villalba y Martín, 2004). Y es muy positivo que la *educación* también haya surgido entre las propuestas citadas por los docentes encuestados. Aunque curiosamente, sólo dos lo han des, aunque sean sólo dos los maestros. Sin embargo es curioso que sólo dos la hayan destacado, en este colectivo cuya misión es esa, la educación.

También llama la atención que el 83% de los encuestados piensa que es posible asumir la presencia de IIFF. Ello está nuevamente en consonancia con los paradigmas actuales en los que el incendio forestal es una parte más del ecosistema (Keeley y Pausas, 2009)

El 64% de los encuestados se considera capaz de explicar en sus aulas, y de manera fundamentada, cuestiones sobre los incendios. Lo que queda para otra investigación es averiguar cuál es el paradigma que explicarían: ¿el tradicional como fuego malo y enemigo a suprimir a toda costa, o el del fuego como parte del ecosistema y aliado para proteger de grandes incendios? También es interesante que casi la mitad ya lo ha trabajado en sus aulas en alguna ocasión, aunque sólo el 9% de los encuestados lo ha visto de forma específica en su temario, mientras que la mayoría (61%) sólo genéricamente formando parte de otros temas. En la revisión bibliográfica realizada no se encuentran estudios que detallen cómo se enfocan o se trabajan los IIFF en la enseñanza primaria, lo que abre interesantes líneas de investigación.

CONCLUSIÓN

El trabajo trata de dar una panorámica de las opiniones de los docentes sobre los incendios forestales. Mayoritariamente, parecen estar encuadrados en el paradigma tradicional de entenderlos como algo completamente negativo, aunque es cierto que aparece un buen número de docentes con una visión más ajustada al paradigma científico en donde el incendio puede ser un buen aliado, aparte de que se trata de algo intrínseco a ecosistemas como los reinantes en España.

Nuestra conclusión derivada, además de propuesta de futuro, es que es necesario trabajar con mucha más profundidad el tema de los incendios forestales tanto en maestros en ejercicio, como en aquellos otros en formación, dentro de las escuelas y facultades correspondientes, de modo que se consiga una visión menos negativa y más ajustada a la realidad de nuestros ecosistemas. También de sus efectos en el medio, diferenciando incendios severos, de aquellos otros de baja intensidad, incluso provocados por los profesionales, y que sirven como vacuna para evitar los grandes y devastadores incendios que realmente pueden producir verdaderas catástrofes naturales, sociales y humanas. Cambiando paradigmas y con una visión más positiva, puede conseguir hacerse de los problemas, oportunidades.

BIBLIOGRAFÍA

Agee, J. K. (1993). *Fire ecology of PacificNorthwest forests*. Washington DC: Island Press.

Castellnou, M., Nebot, E. y Miralles, M. (2007). El papel del fuego en la gestión del paisaje. En *4th International Wildland Fire Conference*, Sevilla, Spain (pp. 13-17).

Cardil, A. y Molina, D. M. (2013). Víctimas en incendios forestales en España. En: *6º Congreso Forestal Español*. Vitoria-Gasteiz. Sociedad Española de Ciencias Forestales.

Gómez del Álamo, R. (2013). Presentación al libro. En: C. Montiel Molina (Coord.), *presencia histórica del fuego en el territorio* (pp. 9-13). Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Greenpeace (2007). *Incendiaros. El perfil de los que queman el bosque en España*. <http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/bosques/informe-el-perfil-del-incendi.pdf>

Greenpeace (2008). *Incendios Forestales ¿El fin de la impunidad?* <http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/bosques/incendios-forestales-el-fin.pdf>

Greenpeace (2010). *Incendios Forestales, ¿qué perdemos?* Madrid: Greenpeace. Campaña de Bosques y Clima.

<http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/other/incendios-forestales-que-per.pdf>

Greenpeace (2014). 10 aspectos destacados de la temporada de incendios forestales 2014. <http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/2014/Report/bosques/Informe%20recapitulación%20incendios%202014.pdf>

Keeley, J. y Pausas, J. (2009). A Burning Story. The role of fire in the history of life. *BioScience*, 59, 593-601

MAGRAMA (2011). *Los Incendios Forestales en España. Decenio 2001-2010*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

MAGRAMA (2012). *Los Incendios Forestales en España. Año 2012*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Hanes, T.L. y Jones, H.W. (1967). Postfire Chaparral Succession in Southern California. *Ecology*, 48, 259-264.

Hernando, F. M., de Celis, A. G., Maraña, C. C., Rodríguez, E. B. y Velasco, J. C. G. (2008). La percepción local de los incendios forestales y sus motivaciones en Castilla y León. *Ería*, (76), 213-229.

Montiel, C. (2009). The fire as a management tool in Europe. In: *Jornadas tècniques del Cos de Bombers. Capacitat de Gestió dels incendis forestals*. Girona: Generalitat de Catalunya.

Montoya, S., Carrillo, J. y Ortega, E. (2013). Material didáctico empleado para la educación en la temática de incendios forestales y quemas preventivas en Bachillerato. *Flamma*, 4(3), 152-155.

Nuzzo, VA, McClain, W and Strole, T, 1996. Fire impact on Groundlayer flora in a sand forest 1990-1994. *American Midland Naturalist*, 136.

Rodríguez López, J. (2012). Percepción social del fuego forestal y su ecología: la necesidad de un cambio de orientación. *Revista Foresta*, 56, 46-55.

Pyne, S. (1997). *World Fire. The Culture of Fire on Earth*. University of Washington Press.

Villalba, D. y Martín, P. (2004). La educación como herramienta en la prevención de incendios forestales. *Tabanque: Revista pedagógica*, 18, 189-206.

Tyler, CM, 1995. Factors contributing to postfire seedling establishment in chaparral: direct and indirect effects of fire. *Journal of Ecology*, 83, 1009-1020.

Avaliar a Saúde do Planeta através das Regiões Polares – um módulo de ensino do projeto IRRESISTIBLE para a promoção da Investigação e Inovação Responsáveis

Azinhaga, P.

Instituto de Educação, Universidade de Lisboa

patricia.azinhaga@campus.ul.pt

RESUMO

O projeto IRRESISTIBLE surge com o intuito de envolver professores, alunos e o público no processo de Investigação e Inovação Responsáveis, através da implementação, em sala de aula, de módulos temáticos sobre temas científicos atuais perspetivados segundo a Investigação e Inovação Responsáveis. A presente comunicação tem como objetivo apresentar a metodologia adotada no módulo sobre Ciência Polar concebido pela Comunidade de Aprendizagem Portuguesa no âmbito do projeto e conhecer as perceções do alunos e professor que implementaram o módulo quanto ao impacte das tarefas nele propostas na promoção da Investigação e Inovação Responsáveis. Foi acompanhada a implementação do módulo em sala de aula e realizadas entrevistas semi-estruturadas aos alunos e professor intervenientes no processo de implementação do módulo, cujas transcrições se submeteram a análise de conteúdo.

Palavras chave

Investigação e Inovação Responsáveis, Projeto IRRESISTIBLE, Módulo temático, Ciência Polar, Educação em Ciências.

INTRODUÇÃO

A Investigação científica e a Inovação têm tido um papel central na transformação do mundo em que vivemos. As transformações que têm vindo a ocorrer são benéficas mas trazem associados novos riscos e dilemas éticos, como a sustentabilidade do planeta, a segurança dos recursos, o envelhecimento saudável, a saúde global. A compreensão e a responsabilização pelos desenvolvimentos que afetam profundamente a nossa vida diz respeito a todos nós e não apenas à ciência e aos cientistas.

A ideia de Investigação e Inovação Responsáveis (RRI do inglês “responsible research and innovation”) procura assim trazer a debate estas questões, antecipar consequências e rumos da Investigação e Inovação (Taebi, Correlje, Cuppen, Dignum, & Pesch 2014; Von Schomberg 2013; Sutcliffe 2011), e colocar a sociedade a discutir como a ciência e a tecnologia podem ajudar a promover o mundo e o futuro que desejamos.

A União Europeia, tem vindo a focar a sua atenção na Investigação e Inovação Responsáveis (IIR) com vista a aproximar a ciência dos cidadãos (Comissão Europeia, 2012) fomentando a participação conjunta e inclusiva de todos os atores sociais nos processos e produtos da Investigação e Inovação de modo a que estes estejam de acordo com os valores, necessidades e expectativas da sociedade (Taebi et al. 2014; Sutcliffe

2011). Para uma efetiva IIR, é fundamental desenvolver estratégias apropriadas de envolvimento, inovadoras e mutuamente proveitosas, dos diferentes grupos que fazem parte do público (Sutcliffe, 2013). A comunidade escolar – alunos, professores e demais envolvidos – constitui um dos grupos públicos de grande potencial na prática e disseminação da IIR pelo facto de envolver jovens, adultos, formadores, e pela sua ligação a diversos componentes da governação.

Contextualização Teórica

O projeto IRRESISTIBLE¹ surge com a finalidade de envolver professores, alunos e público no processo de Investigação e Inovação Responsáveis (IIR), estimulando uma tomada de consciência acerca da necessidade de cooperação entre investigação científica e sociedade em prol de uma Investigação e Inovação que sejam, de facto, responsáveis. Para tal é fundamental que ocorra (a) a construção de conhecimento sobre a investigação de temas científicos atuais, pertinentes e polémicos, e que (b) os mesmos sejam alvo de discussão, numa perspetiva IIR. Os temas escolhidos caracterizam-se pela sua elevada relevância social, por serem investigados nas universidades parceiras do projeto e por poderem ser abordados nos currículos escolares.

O envolvimento dos professores, alunos e público no processo da IIR é concretizado através do desenvolvimento, em sala de aula, dos módulos de ensino concebidos pelas Comunidades de Aprendizagem (CdA) do projeto (Loucks-Horsley, Stiles, Mundry, Love, & Hewson, 2010) sobre temas científicos atuais e relevantes abordando aspetos da IIR do tema em causa, nomeadamente, implicações sociais e ambientais, aspetos éticos, entre outros.

As Comunidades de Aprendizagem (CdA) envolvem a participação de professores de ciências, educadores em ciência, cientistas que investigam nas áreas científicas selecionadas para o desenvolvimento de módulos e especialistas em educação não formal (profissionais de centros e museus de ciência).

Módulos de ensino temáticos

Cada módulo, subordinado a um tema científico atual, implica, no contexto da estratégia *Inquiry Based Science Education*, o modelo de ensino dos 5E de Rodger Bybee (2002): *Engage, Explore, Explain, Elaborate e Evaluate*. A ele foram acrescentadas duas etapas – *Exchange e Empowerment*² – que implicam o desenvolvimento de exposições científicas interativas pelos alunos, realçando os fenómenos e as propriedades mais relevantes do tema científico investigado e abordando as suas implicações sociais e ambientais. Através destas exposições pretende-se que os alunos informem e alertem a comunidade para o tema que investigaram, com particular atenção para as dimensões a ter em conta numa Investigação e Inovação que se pautem pelos princípios da responsabilidade.

Os módulos disponibilizam fontes de informação adicionais sobre o tema científico abordado e incluem sugestões metodológicas para os professores sobre a sua

¹ IRRESISTIBLE is a coordination and support action under FP7-SCIENCE-IN-SOCIETY-2013-1, ACTIVITY 5.2.2 Young people and science: Topic SiS.2013.2.2.1-1 Raising youth awareness to Responsible Research and Innovation through Inquiry Based Science Education. This project has received funding from the European Union's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement no 612367.

² O modelo oficial adotado pelo IRRESISTIBLE contempla apenas 6E, sendo que a etapa *Empowerment* foi uma proposta inovadora da equipa portuguesa.

implementação em sala de aula, sugerindo diversas aplicações da Web 2.0 para a realização das tarefas propostas (Figura 1).

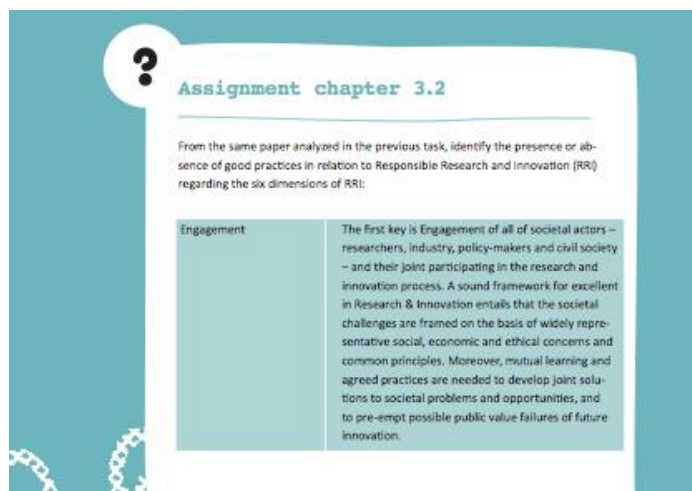


Figura 1. Exemplo de atividades e informação presentes no módulo sobre Ciência Polar.

METODOLOGIA

A ciência polar foi um dos temas selecionados pela CdA portuguesa para o desenvolvimento de um dos módulos temáticos no âmbito do projeto IRRESISTIBLE.

O módulo intitulado “Avaliar a saúde do planeta através das regiões polares – a Investigação e Inovação Responsáveis na ciência polar” apresenta a ciência polar aos alunos, como domínio científico multidisciplinar que contribui para uma melhor compreensão da saúde do nosso planeta. A metodologia adotada no módulo contempla os 7E do modelo ampliado de Bybee, o recurso às TIC e às aplicações da Web 2.0.

As estratégias e os recursos utilizados nas tarefas propostas pelo módulo “Avaliar a saúde do planeta através das regiões polares – a Investigação e Inovação Responsáveis na ciência polar” encontram-se especificadas na Tabela 1.

A dimensão “Engagement” contempla a introdução do tema “ciência polar”, recorrendo-se a um texto, a um vídeo que mostra alguns aspectos de uma pesquisa científica feita por um biólogo marinho Português trabalhando na Antártida e a uma tarefa reflexiva. O facto de existirem investigadores Portugueses a trabalhar em ciência polar (facto desconhecido para a grande maioria dos alunos) constitui uma forma de cativar e motivar os alunos para o tema, evidenciando a contribuição Portuguesa nesta área científica. É crucial, para o envolvimento dos alunos, que eles entendem o propósito do seu trabalho em relação a este módulo desde o início: como cidadãos ativos, os alunos têm o poder de alertar os outros e instigar a mudança de comportamentos e modos de pensar através da exposição final que irão realizar sobre IIR em ciência polar.

Através de uma pesquisa orientada e alguns recursos sobre as regiões polares (Antártica e Ártico) – dimensão “Explore” – os alunos terão como tarefa caracterizar estas regiões relativamente a alguns dos seus aspectos mais relevantes, como o clima, biologia, geologia, entre outros. Esta fase, tem como finalidade mostrar aos alunos a relevância e importância da ciência polar.

Na dimensão “Explain” os alunos trabalham em grupo e têm como tarefa a análise de diferentes artigos científicos, de modo a compreenderem a sua contribuição para o avanço

do conhecimento sobre as regiões e polares e para a ciência polar, bem como, a sua contribuição para a IIR no campo da ciência polar.

Na dimensão “Elabore”, a abordagem das questões da IIR é realizada pelo professor através do recurso a textos de apoio. Sugere-se que seja dedicado algum tempo à discussão com os alunos do conceito de IIR e das suas seis dimensões. Após esta primeira tarefa, os alunos são convidados a re-analisar o artigo científico, a fim de identificar a presença (ou ausência) de práticas IIR na investigação contemplada no artigo. Pretende-se que os alunos sugeriam formas de melhorar a IIR em relação à investigação que é tratada no artigo analisado. Para ilustrar as melhorias pretendidas é dada aos alunos a oportunidade de explorar alguns exemplos de boas práticas IIR em ciência polar - no entanto, chama-se à atenção para a necessidade de os alunos pensarem, primeiro, por si mesmos.

Dimensão	Estratégias	Recursos utilizados
Engagement	Reflexão sobre a relevância da Ciência Polar para melhor conhecer o estado do nosso planeta e sensibilidade das regiões polares.	Texto adaptado de Xavier, J.; Vieira, G.; Canário, A. 2006. Estratégia Científica Portuguesa para o Ano Polar Internacional. CCMAR e CEG Documentário “Bird Island” sobre a campanha científica do biólogo marinho José Xavier.
Explore	Pesquisa e caracterização das regiões polares através da construção de um mapa de conceitos ou apresentação.	Diagrama sobre as áreas de investigação da Ciência Polar Fontes de informação adicionais <i>Popplet</i> <i>Prezi</i>
Explain	Análise de artigos científicos de co-autores Portuguese e conclusão sobre o seu contributo para o avanço do conhecimento científico naquela determinada área de investigação – trabalho em grupo.	Artigos científicos de co- autores Portugueses traduzidos para Português Questões de orientação para análise dos artigos
Elaborate	Identificação da presença/ou ausência de boas práticas no que respeita à Investigação e Inovação Responsáveis nos artigos analisados Apresentação da análise efetuada	Texto sobre as 6 dimensões da IIR e questões de orientação para análise do texto Fontes de informação adicionais – exemplos de práticas responsáveis em Ciência Polar <i>Prezi</i>
Exchange + Empowerment	Planeamento e construção da exposição interativa sobre o tema e a IIR.	Guião para a construção de uma exposição interativa
Evaluate	Auto e hetero avaliação ao longo do desenvolvimento do módulo	Instrumentos de avaliação disponibilizados: Mapa de conceitos/ Apresentação Objetos da incorporar a exposição Exposição interativa

Tabela 1. Estratégias e recursos propostos no módulo sobre Ciência Polar desenvolvido pela CdA Portuguesa no âmbito do IRRESISTIBLE, de acordo com os 7E do modelo ampliado de Bybee.

Nas dimensões “Exchange” e “Empowerment”, em grupo, os alunos têm como tarefa a planificação e construção de uma exposição interativa, com o propósito de dar a conhecer o tema e alertar os cidadãos para as questões da IIR em Ciência Polar. Os alunos têm liberdade criativa para escolher o tipo de objeto interativo que vai integrar a exposição. Seja qual for o objeto escolhido, os alunos devem ter em mente que o objeto deve: a) apresentar a investigação referente aos artigos científicos analisados; b) apresentar formas de melhorar a IIR dessa mesma investigação, e justificá-las; e, c) permitir a interação com o visitante, estimular a interação entre os visitantes e fazê-los refletir sobre os aspectos apresentados. A dimensão “Empowerment” baseia-se na noção (que necessita ser explicitamente discutida com os alunos) que os estudantes são cidadãos ativos, capazes de agir coletivamente com o objetivo de alertar os outros para as questões IIR em ciência polar e mudar a sua maneira de pensar. Esta ação, que é fundamentada na pesquisa científica (portanto, não no senso comum) assume aqui a forma de uma exposição produzida pelos alunos.

A auto e hetero avaliação – dimensão “Evaluate” – está presente em diferentes momentos ao longo do módulo. Para a avaliação dos mapas de conceitos, apresentações, objetos da exposição e exposição final são facilitadas grelhas de avaliação que poderão ser utilizadas por professor e alunos. Os alunos devem ter acesso prévio aos critérios de avaliação, a fim de terem a oportunidade de apresentar o trabalho no seu melhor. Sugere-se aos alunos a construção de um questionário on-line que lhes permita avaliar o impacto do seu trabalho através da percepção dos visitantes da exposição sobre o tema e sobre a sua consciência da IIR em ciência polar.

De modo a conhecer as percepções de alunos e professores quanto ao impacto das tarefas propostas no módulo apresentado na promoção da Investigação e Inovação Responsáveis, realizaram-se entrevistas semi-estruturadas aos alunos e professor intervenientes no processo de implementação do módulo, cujas transcrições se submeteram a análise de conteúdo. As entrevistas realizadas foram conduzidas tendo por base um guião de entrevista previamente construído, suficientemente flexível para permitir ao entrevistador a recolha de dados relativos a dimensões inesperadas do tópico em estudo (Bogdan & Biklen, 1994).

RESULTADOS

O módulo sobre ciência polar foi implementado por 46 alunos de duas turmas do 10º ano do curso Científico-Humanístico de uma Escola escola da região de Lisboa no âmbito da disciplina de Físico-Química, sendo a professora da disciplina o elo comum às duas turmas. A implementação do módulo foi apoiada por dois elementos do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

A escolha do módulo a aplicar esteve relacionada com o ano de escolaridade para o qual tinha sido desenhado. O tema abordou por diversas vezes os conteúdos programáticos da disciplina, resultado da multidisciplinaridade que a ciência polar envolve.

A implementação do módulo foi dinamizada através de um blogue criado para o efeito (<https://cienciapolar.wordpress.com>). As tarefas, foram sendo realizadas pelos alunos, em casa e/ou em sala de aula e de seguida, publicadas no blogue. As aulas foram utilizadas, maioritariamente, para a introdução ao tema, a indicação das várias tarefas a realizar ao longo do módulo e a apresentação de trabalhos desenvolvidos pelos alunos. Os alunos trabalharam individualmente ou em grupo de 4 a 5 elementos, de acordo com as indicações presentes no módulo, para cada tarefa. A distribuição dos alunos por grupos

foi aleatória e estes mantiveram-se para todas as tarefas que implicavam trabalho em grupo.

A presença de uma cientista portuguesa na escola para partilha do trabalho de investigação realizado durante a sua experiência na Antártida foi o mote para a introdução do módulo sobre ciência polar.

As tarefas do módulo revelaram-se fundamentais para a construção de conhecimento pelos alunos sobre o tema científico e sobre IIR e, para o desenvolvimento da abordagem a seguir para a construção dos objetos a exportar na exposição final. Estas tarefas foram consideradas fundamentais quer para grande parte dos alunos quer para a professora, uma vez que o tema constituiu uma novidade. A pesquisa de informação, a exploração dos recursos adicionais e a análise dos artigos científicos permitiu aos alunos contactar pela primeira vez com a ciência polar, em especial a realizada por investigadores Portugueses, trabalhar a natureza e métodos científicos e conhecer melhor as regiões polares e os desafios que estas regiões enfrentam:

“Eu acho que isso [as tarefas] foi importante para nos enquadrar com o tema e não ser um tema surpresa para nós, porque senão, se nos dissessem para construir uma exposição sobre a Ciência Polar quando alguns de nós – acho que a maioria – nem sequer... Não era um assunto que a maioria de nós conhecesse-mos! Ou, pronto, tivesse ideia da importância, se calhar pelo menos a exposição final não ficaria tão interessante ou apelativa como está.” (Aluno)

De acordo com as percepções dos alunos, o desenvolvimento das tarefas propostas no módulo permitiu a mobilização de conhecimento sobre a) Ciência Polar, nomeadamente sobre as características das regiões polares e o impacto global das alterações que ocorrem nestas regiões, b) o processo de investigação científica, c) Inovação e Investigação Responsáveis e d) o processo de desenvolvimento e construção de exposições interativas.

“Aprendi também várias características acerca dos polos que eu não tinha ideia! Até porque muitas vezes quando pensamos nos polos pensamos logo em agrupá-los e que têm coisas muito semelhantes, e no fundo, no fim quando vamos pesquisar acabamos por encontrar características bastante diferentes! Assim como também não tinha a noção de que Portugal estava tão envolvido, como outros países, na Ciência Polar.” (Aluno)

“Aprendemos que um estudo ou uma investigação nem sempre tem os resultados que se esperam e nem sempre se chegam a resultados que contribuem assim muito para o avanço da ciência, mas que podem contribuir para estudos posteriores.” (Aluno)

“As mulheres, afinal, são discriminadas! Eu pensava que inicialmente apenas era uma escolha pessoal das mulheres não participar nos projectos, mas tendo em conta isto eu aprendi que se trata de formas de discriminação e não de interesse.” – e à dimensão Livre Acesso, com a qual a maioria dos alunos foram confrontados ao tentarem aceder aos artigos que iriam analisar.” (Aluno)

“Então, percebemos que não é assim tão fácil organizar uma exposição para o público e que há vários passos que têm que ser seguidos e não é chegar lá e montar! É um processo longo, que vem de trás.” (Aluno)

A percepção da professora está de acordo com as percepções dos alunos. A professora considera que, além da aprendizagem sobre os temas trabalhados, os alunos desenvolveram capacidades de seleção e análise de informação e gestão de tempo. Acresce ainda a consciencialização dos alunos relativamente às suas capacidades:

“Se não tivesse sido o empenho que eles demonstraram não seria visível. Mas durante o percurso que fizeram muitas coisas aprenderam principalmente sobre IIR e ciência polar,

percebi isso nos produtos que apresentaram na exposição e na forma como os apresentaram.” (Professora)

Quanto às dificuldades sentidas durante o desenvolvimento das tarefas propostas no módulo de ciência polar, os alunos destacam o tempo disponível para a realização das tarefas e a gestão destas com as outras tarefas escolares.

“Um dos problemas foi o tempo! Porque apesar de termos tido duas semanas – e duas semanas é algum tempo – com o resto das aulas e ainda com testes para fazer e também com outros trabalhos ainda também por realizar, acabou por ficar tudo muito junto e tudo muito em cima da hora, e tudo muito... Tivemos muito menos tempo do que aquilo que gostaríamos de ter para montar e para criar o nosso objecto final, mas acho que correu bem.” (Aluno)

Na opinião da professora as maiores dificuldades sentidas pelos alunos foram a seleção e a organização da informação a incluir nos objetos da exposição, distinguindo o essencial do acessório, e que foi bastante evidente durante a análise dos artigos científicos:

“[Dificuldades dos alunos] Principalmente duas. Seleção da informação essencial e organização pois não estão habituados a este tipo de tarefas.” (Professora)

Refere ainda que o período do ano em que foi desenvolvido o módulo com o culminar da exposição na última semana de aulas, talvez não tenha sido o mais adequado, uma vez que o 3º período é um período de finalização de todo o trabalho realizado ao longo do ano letivo.

Como aspetos mais positivos do desenvolvimento das tarefas propostas no módulo, os alunos destacam a) as aprendizagens que realizaram sobre o tema, b) a construção dos objetos interativos para a exposição, c) o contacto com a cientista e d) a análise de artigos científicos, que excedeu as suas expectativas iniciais face às dificuldades resultantes da linguagem e da metodologia científica presentes nos artigos.

“Acho que um aspecto muito positivo foi que tivemos acesso a informação não só de pessoas que trabalham directamente na área, como as cientistas que vieram aqui e que se disponibilizaram, também os investigadores tivemos acesso aos seus artigos, e o facto de podermos fazer algo diferente e criativo no final!” (Aluno)

O curto intervalo de tempo para realização das tarefas propostas no módulo e o espaço para a exposição são os dois aspetos a melhorar, destacados pelos alunos e professora, considerando que a exposição teria tido maior impacto se tivesse existido uma maior divulgação e se tivesse sido exposta num local acessível ao público em geral.

“Os aspectos negativos: foi o tempo e também o curto espaço para realizar as tarefas. Não só a tarefa final mas mesmo as tarefas mais individuais foram todas muito em cima e depois também coincidiram muito com os testes. Então foi complicado!” (Aluno)

“Teria de ter mais tempo para preparar e deveria ser escolhido um local onde pudesse ter maior visibilidade.” (Professora)

CONCLUSÕES

A educação em ciências deve contribuir para a formação de cidadãos cientificamente cultos e capacitados para a participação ativa e responsável nos processos científicos e tecnológicos. São necessárias, propostas que contemplem situações que permitam aos alunos questionar, encontrar os seus próprios caminhos de investigação, discutir diferentes perspetivas e desenvolver as suas próprias conclusões (Bencze & Carter, 2011; Reis, 2014). A implementação das tarefas propostas no módulo sobre ciência polar do projeto IRRESISTIBLE parece ser uma estratégia promotora de tais situações,

ultrapassando largamente as expectativas iniciais dos próprios alunos, em especial no que concerne à análise de artigos científicos. Da análise das tarefas que foram realizadas e dos objetos construídos para a exposição, verifica-se que os alunos conseguiram, de forma bastante satisfatória, integrar as dimensões da IIR nos produtos construídos e cruzá-las com as investigações abordadas nos artigos científicos. Considera-se que os alunos aprenderam mais sobre o tema científico explorado e sobre IIR e, desenvolveram competências de conhecimento, raciocínio e comunicação, contribuindo para o seu “Empowerment”, ou seja, para a sua capacitação para a ação. A integração da IIR no tema científico foi visível pelo que se considera que as tarefas propostas no módulo promovem a Investigação e Inovação Responsáveis junto dos alunos.

BIBLIOGRAFIA

- Bencze, L., & Carter, L. (2011). Globalizing Students Acting for the Common Good. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 648-669.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Bybee, R. W. (2002). *Learning science and the science of learning*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Loucks-Horsley, S., Stiles, K. E., Mundry, S., Love, N., & Hewson, P. W. (2010). *Designing professional development for teachers of science and mathematics (3rd ed.)*. Thousand Oaks, CA, US: Corwin Press.
- Reis, P. (2014). The Project " We Act" - Promoting Collective Activism on Socio-scientific Issues. In L. Bencze & S. Alsop (Eds.), *Activist Science and Technology Education* (pp. 547-574): Spinger.
- Sutcliffe, H. (2011). A Report on Responsible Research and Innovation for the European Commission. MATTER, London. Disponível em http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/rri-report-hilary-sutcliffe_en.pdf
- Taebi, B., Correlje, A., Cuppen, E., Dignum, M., & Pesch, U. (2014). Responsible innovation as an endorsement of public values: The need for interdisciplinary research. *Journal of Responsible Innovation*, 1(1), 118-124.
- Von Schomberg, Rene (2013). "A vision of responsible innovation". In: R. Owen, M. Heintz and J Bessant (eds.) *Responsible Innovation*. London: John Wiley, forthcoming.

¿Sabén realmente lo que dicen los futuros maestros antes de recibir instrucción en ciencias?

Bravo, J. L., Cañada, F.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas.
Universidad de Extremadura*

jlbravo@unex.es

RESUMEN

En esta comunicación presentamos los resultados de un estudio realizado con futuros maestros de Educación Infantil y Educación Primaria de la Universidad de Extremadura para conocer el nivel general de conocimientos en ciencias y comprobar además, para algunos conceptos particulares, cuál es su conocimiento real sobre los mismos. A través de un cuestionario de dos partes, una primera parte consistente en un conjunto de 25 preguntas cerradas y una segunda consistente en 3 preguntas abiertas. El análisis de los resultados obtenidos y la comparación de los resultados de ambos cuestionarios para determinados conceptos revela que son muy pocos los alumnos que poseen un conocimiento aceptable de conceptos como la ley de conservación de la masa, el motivo de la existencia de las estaciones o el concepto de energía.

Palabras clave

Formación Inicial del profesorado, conocimientos previos, ciencias.

INTRODUCCIÓN

A la hora de determinar el nivel de alfabetización científica, uno de los aspectos considerados es el “conocimiento” entendiendo este como “conocimiento de los principales hechos, conceptos y teorías que conforman la base del conocimiento científico”. Este conocimiento incluye el conocimiento del mundo natural y de los dispositivos tecnológicos (conocimiento del contenido), conocimiento de cómo se producen estas ideas (conocimiento procedimental) y la comprensión del porqué de estos procedimientos y la justificación de su uso (OCDE, 2013).

Además de este, otro de los aspectos importantes considerados a la hora de determinar el nivel de alfabetización científica es el nivel de competencias científicas. Para ello, y según el mismo informe, a la hora de demostrar la competencia de explicar fenómenos científicamente requiere que los alumnos recuerden el conocimiento del contenido para una determinada situación y lo utilicen para interpretar y ofrecer una explicación del fenómeno de interés.

Consideramos por tanto que, aunque no es el único aspecto, sigue siendo un aspecto importante a la hora de formar futuros ciudadanos alfabetizados científicamente, ya que el conocimiento del contenido, además de su importancia como tal, es básico para poder desarrollar otros aspectos deseables de la ciudadanía del futuro.

Por ello, decidimos estudiar los conocimientos generales que poseen los alumnos de los grados en Educación Primaria e Infantil de la Universidad de Extremadura. El estudio se

realizó con alumnos antes de recibir ninguna clase de formación en ciencias en los respectivos grados, por lo que los datos obtenidos reflejan el nivel de conocimientos científicos con los cuales los alumnos ingresan en la universidad.

De forma similar a como ocurre en disciplinas científicas como la física, la química o la biología, es frecuente la utilización de cuestionarios de opción múltiple o preguntas cerradas de otro tipo para determinar los conocimientos que poseen los alumnos. Entre otras ventajas está que se pueden realizar con un gran número de sujetos y el tiempo necesario para analizar los resultados es mucho menor que el necesario para evaluar cuestionarios de tipo abierto. Sin embargo, no siempre se puede medir de forma precisa el conocimiento de un determinado concepto con este tipo de pruebas (Kaltakçı & Eryilmaz, 2010). Las concepciones alternativas que muestran los alumnos y que se analizan con este tipo de pruebas pueden ser debidas a distintos factores, como la falta de conocimiento, descuido o simplemente por error (Hasan, Bagayokoz, & Kelley, 1999). Con objeto de estudiar de forma más precisa las concepciones alternativas diversos autores han desarrollado pruebas de evaluación basadas en test de opciones múltiples con varios niveles de evaluación (Chandrasegaran et al. 2007) que permiten determinar de forma más precisa estas concepciones alternativas.

Nos proponemos con este estudio utilizar una metodología similar para averiguar cuál es el nivel de conocimiento de algunos conceptos científicos básicos que poseen los alumnos de los grados de Educación Infantil y Primaria de la Universidad de Extremadura antes de recibir ninguna instrucción en estas materias en sus respectivos grados y detectar cuales son las concepciones alternativas con las que llegan a la universidad. Para ello hemos seleccionado 3 conceptos generales de física, química y astronomía en los que los alumnos suelen presentar ideas alternativas, como son la ley de conservación de la masa (Galagovsky et al., 2015), a qué se debe la existencia de las estaciones del año (Varela-Losada et al., 2015) y el concepto de energía (Martínez-Lozano et al., 2012).

METODOLOGÍA

Este estudio se ha llevado a cabo con una muestra compuesta por un total de 338 alumnos matriculados en los grados de Educación Infantil y Educación Primaria pertenecientes a la Facultad de Educación y a la Facultad de Formación del Profesorado de la Universidad de Extremadura, durante el curso 2014/2015. De estos, 101 alumnos pertenecen al grado de Educación Infantil y 237 al grado de Educación Primaria. Las encuestas se llevaron a cabo al comienzo del segundo curso en el caso de los alumnos de primaria y al comienzo del tercer curso para los alumnos de infantil. En ambos casos al comienzo del semestre y en la primera asignatura relacionada con las ciencias a la que asisten durante el grado. El cuestionario está dividido en dos partes. La primera consta de 25 preguntas cerradas con dos opciones de respuesta verdadero o falso y que recoge cuestiones generales de física, química y astronomía. La segunda consiste en tres preguntas abiertas que hacen referencia a tres cuestiones, una relacionada con la química, otra con la física y otra con la astronomía. Estas preguntas abiertas están relacionadas con algunas de las preguntas formuladas en la primera parte del test y se plantean como un segundo nivel de evaluación de determinadas cuestiones planteadas en el cuestionario inicial. El análisis que se presenta en esta comunicación es cualitativo y cuantitativo y para la elaboración de las tablas de contingencia se ha utilizado el programa de análisis estadístico SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación mostramos los resultados obtenidos en las preguntas abiertas, contrastándolos con aquellas preguntas del test relacionadas. Los resultados son relativos a la muestra completa de alumnos participantes.

La primera pregunta abierta trata sobre la ley de conservación de la masa en las transformaciones químicas. *El agua está formada por oxígeno e hidrógeno. Al hacer reaccionar 2 g. de hidrógeno con 16 g. de oxígeno, la reacción es completa y se forma agua. ¿Qué cantidad de agua se forma?*

Se consideran tres categorías para esta pregunta. Respuestas correctas, incorrectas y en blanco. El 15,7% de los alumnos responden correctamente, el 44,1% incorrectamente y el resto (40,2%) no responden a la pregunta. Sólo el 15,7% responden correctamente a la pregunta indicando la cantidad y las unidades de forma correcta, 18 g de agua. Las respuestas incorrectas se deben principalmente a que no conocen la ley de conservación de la materia. Además se comprueba que un número elevado de respuestas incorrectas incluyen un cambio de unidades, pasando la masa de agua obtenida (en gramos) a unidades de volumen.

En el cuestionario de preguntas verdadero falso se incluyen dos cuestiones relacionadas con las transformaciones químicas, la primera (VF11) afirma que “La masa no cambia durante una reacción química” y la segunda (VF21) “En una reacción de combustión se cumple siempre que la masa de los productos es menor que la masa de los reactivos”. El porcentaje de respuestas correctas para estas dos afirmaciones es de 29,9% y 52,1% respectivamente. Estos resultados son ligeramente peores que los comunicados por otros autores (Mulford & Robinson, 2002) en alumnos de niveles educativos similares. En la tabla 1 se muestra la tabla de contingencia que recoge los resultados de la cuestión 1 y los ítems VF11 y VF21 del test verdadero falso. En las columnas se indican el número de respuestas en blanco, falsas, verdaderas y totales para el ítem nº 11 (VF11). En las filas aparecen recogidos el número de respuestas en blanco, falsas, verdaderas y totales para el ítem nº 21 (VF21) y, dentro de cada una de ellas, el número de respuestas en las categorías a, b, c y totales de la cuestión 1.

Recuento					
VF21		VF11			Total
			F	V	
CUESTION1*	a	0	5	0	5
	b	0	5	1	6
	c	8	13	4	25
	Total	8	23	5	36
F	a	0	18	10	28
	b	1	52	23	76
	c	2	48	22	72
	Total	3	118	55	176
V	a	0	16	4	20
	b	0	46	21	67
	c	3	20	16	39
	Total	3	82	41	126
Total	a	0	39	14	53
	b	1	103	45	149
	c	13	81	42	136
	Total	14	223	101	338

Tabla 1. Tabla de contingencia CUESTION1 x VF11 x VF21. * a, b y c hacen referencia a las respuestas correctas, incorrectas y en blanco respectivamente.

Si nos fijamos en la columna “V” (alumnos que han contestado correctamente a la pregunta VF11) y vemos la intersección con la fila “F” de la pregunta VF21 (alumnos que contestan de forma correcta a la pregunta nº 21 y dentro de esta los que contestan correctamente a la cuestión 1 (opción a)) resulta que solo 10 alumnos de los 338 encuestados (un 3,0 %) responden correctamente a las tres cuestiones (la cuestión 1 y las cuestiones previas relacionadas con la ley de la conservación de la masa, VF11 y VF21).

En la segunda de las cuestiones abiertas se les pide a los alumnos que expliquen por qué se producen las estaciones. También se les pide que realicen un esquema para ilustrarlo. Un total de 22 alumnos (un 6,5%) responden de manera correcta a esta cuestión. Se consideran correctas aquellas respuestas que hacen referencia a la traslación de la Tierra y a la inclinación de del eje de rotación de la Tierra). 105 encuestados (un 31,1% del total) responden de forma parcialmente correcta (se consideran así aquellas explicaciones que hacen referencia a solo uno de los criterios de las respuestas correctas) y por último 157 encuestados, un 46,4%, responden de manera incorrecta. El resto, un 16,0%, no responden a esta pregunta.

Las respuestas incorrectas se analizaron en detalle para determinar concepciones alternativas que presentan estos alumnos. Las categorías definidas se muestran en la tabla 2.

Categoría	Frecuencia	%
c1 Describe características pero no justifica.	11	3,3
c2 Justifica la existencia en base la cercanía de la Tierra y el Sol.	82	24,3
c3 Justifica la existencia solo mediante el movimiento de rotación.	27	8,0
c4 Muestra una concepción geocéntrica de sistema solar	7	2,1
c5 Justifica la existencia con los movimientos de rotación y traslación de la Tierra	25	7,4
c6 Otras	5	1,5

Tabla 2. Categorías y frecuencias de las respuestas incorrectas de la Cuestión 2.

Como ya se ha puesto de manifiesto en otras investigaciones realizadas con maestros en formación (Varela-Losada et al., 2015) una de las concepciones alternativas más arraigadas es la justificación de la existencia de estaciones en base a la distancia a la que se encuentran la Tierra y el Sol en un momento determinado de su órbita. En nuestro estudio, un 24 % de las respuestas lo justifican mediante este hecho, porcentaje similar al del estudio citado anteriormente, donde el 29% de los encuestados eligieron la opción de la distancia. Además, es importante destacar que esa justificación también es utilizada por los alumnos de educación primaria (Redondo Moralo y Cañada Cañada, 2016). La siguiente respuesta incorrecta más frecuente es la justificación mediante el movimiento de rotación o los movimientos de rotación más traslación conjuntamente. Por último, aunque el porcentaje fue pequeño (en torno a un 2%), aún hay alumnos de cuya respuesta se desprende que el modelo de sistema solar que manejan es un modelo geocéntrico.

Uno de los factores que más contribuye a la concepción alternativa de que las estaciones dependen de la distancia al Sol es la imagen que tenemos de la forma de la órbita de la Tierra. Por eso analizamos los esquemas del sistema Tierra-Sol (cuestión 3) que, junto con esta cuestión 2, se les pedía que realizaran. Se encontró que del total de 127 respuestas correctas o parcialmente correctas, solo 7 alumnos dibujan un esquema correcto del sistema Tierra-Sol. Entendemos como tal aquel en el que aparece correctamente representado el eje de rotación de la Tierra y que no se dibuja con una órbita de la Tierra con una excentricidad exagerada. Por otro lado, el análisis de los esquemas apoya el hecho de la influencia en la concepción alternativa de la distancia como origen de las estaciones, ya que un 4,4% de los alumnos que utiliza la distancia para justificar las estaciones también dibujan una órbita excesivamente excéntrica.

Una de las cuestiones del test inicial hace referencia al origen de las estaciones, en concreto la cuestión VF22 propone: “Las estaciones del año se producen por la rotación de la Tierra”. Las columnas de la tabla 3 indican el número de respuestas en blanco, falsas, verdaderas y totales para el ítem nº22 y en las filas de dicha tabla las diferentes categorías definidas para la cuestión 2. Un análisis similar al descrito anteriormente para la cuestión 1 indica que de los 22 estudiantes que responden correctamente a la cuestión 2, 8 (36,4%) están de acuerdo con la afirmación anterior, obviamente incorrecta. Un porcentaje similar (34,3%) se encuentra si consideramos las respuestas parcialmente correctas, ya que 36 de los 105 alumnos que responden de manera parcialmente correcta a la cuestión 2 (categorías b1 y b2) también consideran la afirmación del ítem 22 cierta.

Recuento

	VF22			Total
		F	V	
CUESTION2* a	0	14	8	22
b1	0	59	26	85
b2	0	10	10	20
c1	0	6	5	11
c2	0	41	41	82
c3	0	4	23	27
c4	0	1	6	7
c5	0	10	15	25
c6	0	2	3	5
d	1	23	30	54
Total	1	170	167	338

Tabla 3. Tabla de contingencia de los resultados a la cuestión abierta 2 (CUESTION2) y la pregunta verdadero-falso 22 (VF22). *La categoría a corresponde a las respuestas correctas, b1 y b2 respuestas parcialmente correctas como se definen en el texto, c1-c6 respuestas incorrectas como se muestran en la tabla 2 y d respuestas en blanco.

El tercer concepto que analizamos es el concepto de energía. En la tercera cuestión abierta se les pide que definan el concepto de energía. Un 4,7% de los encuestados (16 alumnos) definen correctamente la energía (identifican la energía como una propiedad y además hacen referencia a la capacidad de producir transformaciones). 55 respuestas (16,3%) consideran parcialmente correctas. Se incluyen en esta categoría las respuestas que hacen referencia al hecho de producir una transformación y la definición clásica, pero incompleta, de que la energía es la capacidad de producir un trabajo. El porcentaje de respuestas incorrectas es del 60,7% y el resto, un 18,3% no contestan la pregunta.

Dentro de las respuestas incorrectas las concepciones erróneas que aparecen con mayor frecuencia aparecen en la Tabla 4.

	Categoría	Frecuencia	%
c1	Definen energía como materia	26	7,7
c2	Definen energía como una reacción química	19	5,6
c3	Definen energía como una fuerza	49	14,5
c4	Describen propiedades, pero no definen	56	16,6
c5	Definen energía como un fenómeno eléctrico/magnético	10	3,0
c6	Definen energía como movimiento	13	3,8
c7	Definen fuente de energía	8	2,4
c8	Otros	24	7,1

Tabla 4. Frecuencias y porcentajes de las categorías de respuestas incorrectas de la cuestión 4.

Además de estas categorías, un porcentaje considerable de encuestados (16,6%) se limitan a describir las características y/o propiedades de la energía sin definirla. Uno de

los errores más comunes es definir la energía utilizando el concepto de fuerza y se ha documentado en diversos estudios como Bañas Sierra et al., (2004) en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria; Martínez-Lozano et al., (2012) en alumnos de sexto de educación Primaria.

Comparamos los resultados de esta pregunta con los resultados correspondientes a las preguntas del cuestionario inicial que están relacionadas con la energía (ítems 5 y 6) y que establecen que “la fuente de energía más utilizada en los hogares es la electricidad” y “cuando dormimos, reponemos energía”, respectivamente.

De los 16 alumnos que definen correctamente la energía ninguno responde correctamente al ítem 5 y solo 1 lo hace en el ítem 6. Esto demuestra que, incluso aquellos alumnos que definen correctamente la energía tienen concepciones alternativas respecto a algunas propiedades o características de este concepto.

En la tabla 5 aparecen reflejados los resultados obtenidos en función de los niveles de evaluación que consideremos. En el nivel 1 solo tenemos en cuenta los resultados de la pregunta abierta. El nivel 2 considera la pregunta abierta y, además, uno de los ítems del cuestionario verdadero-falso y por último, el nivel 3 considera además de la pregunta abierta 2 de los ítems del cuestionario verdadero-falso.

Concepto	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
	Frecuencia (%)	Frecuencia (%)	Frecuencia (%)
Ley de conservación de la masa	53 (15,7)	VF21 28 (8,3)	VF11 y VF21 10 (3,0)
Existencia de las estaciones	127 (37,6)*	VF22 73 (10,9)	VF22 y Esquema 7 (2,1)
Energía	71 (21)*	VF6 9 (2,7)	VF5 y VF6 0 (0)

Tabla 5. Frecuencias y porcentajes de respuestas correctas de los tres conceptos estudiados y nivel de evaluación utilizado. *Se han considerado las respuestas correctas y parcialmente correctas.

CONCLUSIONES

Atendiendo a los resultados obtenidos en las preguntas abiertas, los resultados no difieren mucho con los obtenidos por otros autores, a excepción del conocimiento que muestran los alumnos sobre la ley de conservación de la masa, en el que los resultados son peores.

Además podemos concluir que, como se ha apuntado previamente, la herramienta que utilizemos para averiguar el nivel de conocimientos o de concepciones alternativas influye determinantemente en la precisión de la información que obtengamos. Hemos podido comprobar que, incluso utilizando preguntas abiertas, los datos obtenidos no tienen por qué ser un fiel reflejo de la realidad y que pueden llevarnos a obtener conclusiones, al menos, no del todo correctas.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Junta de Extremadura y al Fondo Social Europeo (GR15009) y al M.E.C. D.G.I. (Proyecto: EDU2012-34140).

BIBLIOGRAFÍA

- Bañas Sierra, C., Mellado Jiménez, V. y Ruiz Macías, C. (2003). Las ideas alternativas del alumnado de primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria sobre la conservación de la energía, el calor y la temperatura. *Campo Abierto*, 24, 99-126.
- Chandrasegaran, A., Treagust, D. & Mocerino, M. (2007). The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 293-307.
- Galagovsky, L., Di Giacomo, M., Alí, S. (2015). Estequiometría y ley de conservación de la masa: lo que puede ocultar la simplificación del discurso experto. *Ciência & Educação*, 21, 2, 351-360.
- Hasan, S., Bagayokoz, D. & Kelleyz, E. L. (1999). Misconceptions and the Certainty of Response Index (CRI). *Physics Education*, 34(5), 294-299.
- Kaltakçı, D. & Eryilmaz, A. (2010). *Identifying Pre-service Physics Teachers' Misconceptions with Three-Tier Tests*. GIREP-ICPE-MPTL Conference 2010 in Reims, France.
- Martínez-Lozano, V., Arevalo, M.J., Gil, M.V., Cubero, J., Melo, L., Cañada, F. (2012). Concepciones alternativas de alumnos del tercer ciclo de Educación Primaria sobre la energía. XXV Encuentro de didáctica de las ciencias experimentales, 1165-1170.
- Mulford, D. & Robinson, W. (2002). An Inventory for Alternate Conceptions among First-Semester General Chemistry Students. *Journal of Chemical Education*. 79, 6, 739-744.
- OCDE (2013), *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*, OECD Publishing.
- Redondo Moralo, F. & Cañada Cañada, F. (2016) Concepciones alternativas de alumnos de segundo y tercer ciclo de primaria, sobre el sistema Sol-Tierra-Luna. *Revista latinoamericana de estudios educativos*, XLVI(1), 1-30.
- Varela-Losada, M. M., Pérez-Rodríguez, U., Álvarez-Lirez, M. & Arias Correa, A. (2015). Concepciones alternativas sobre astronomía de profesorado español en formación. *Ciência & Educação*, 21(4), 799-816.

Diseño de una experiencia para la educación científica y matemática en contextos no formales basada en juegos de mesa del mundo

Gutiérrez-Perera, C. S.,¹ Fernández-Oliveras, A.,² Oliveras, M. L.³

¹: Doctorando en Ciencias de la Educación. ²: Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. ³: Departamento de Didáctica de la Matemática.

^{1,2,3}: Universidad de Granada.

sgutierrezp@correo.ugr.es

RESUMEN

Este trabajo describe el diseño de una experiencia de intervención para la alfabetización científica y matemática en un contexto educativo no formal como son las sesiones de biblioteca tutorizada de dos centros escolares de Granada, España, adscritos a la Red Andaluza de Comunidades de Aprendizaje. La propuesta está basada en el uso didáctico de juegos de estrategia propios de diferentes culturas, como el *mu torere* maorí, el *bagh chal* nepalí, el *tablut* escandinavo, y otros juegos bipersonales de suma nula e información completa y perfecta, sobre los cuales construimos diseños de enseñanza-aprendizaje denominados *ludoproyectos*. En ellos el alumnado conocerá los juegos y deberá adquirir un cierto dominio de los mismos a través de la formulación de hipótesis, su validación o refutación y el establecimiento de conclusiones. Además del desarrollo de competencias propias de las disciplinas STEM, la propuesta pretende fomentar la interculturalidad, la inclusión y el aprendizaje dialógico e indagatorio.

Palabras clave

Alfabetización científica y matemática, educación no formal, microproyectos, juegos del mundo, aprendizaje lúdico.

INTRODUCCIÓN

Rechazando que la educación sea únicamente orientada al trabajo o propedéutica, abogamos por una alfabetización científica, matemática y tecnológica orientada a conseguir el mejor desempeño posible de cada persona en su vida cotidiana y en la participación democrática y ciudadana. Tal como expresa Acevedo (2004, pp. 12-13), “una educación científica destinada a conseguir la alfabetización científica y tecnológica de todas las personas [...] debe estar dirigida sobre todo a contribuir a una educación para la ciudadanía”. Sanmartí y Marchán (2015, p. 33) apuntan: “el estudiante científicamente competente es aquel con capacidad para involucrarse reflexivamente en temáticas relacionadas con la ciencia y con las ideas de la ciencia”. Esteban (2003) declara que lograr esta alfabetización requiere incentivar el interés del alumnado por las ciencias contextualizándolas, lo cual implica abordar temas de relevancia social considerando “la relación de sus contenidos científicos con la elaboración de hipótesis, con la observación e interpretación de datos y de cualquier información, y con la capacidad de toma de decisiones” (p. 401).

Este trabajo describe el diseño de una experiencia de intervención educativa que consideramos contribuye a esta idea de alfabetización científica. La experiencia se llevará

a cabo en un contexto no formal, como son las sesiones de biblioteca tutorizada de un centro escolar adscrito a la Red Andaluza de Comunidades de Aprendizaje. La propuesta se contextualiza en el aprendizaje lúdico, pues está basada en el uso didáctico de juegos del mundo propios de diferentes culturas, como el *mu torere* maorí, y el *bagh chal* nepalí, entre otros.

FUNDAMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

El juego y los juegos: metodología y recursos para educar

El juego, como actividad inherente al ser humano (Huizinga, 1949), está vinculado con la diversión, el desarrollo, la función de relación, la cognición, la creación, la realidad, la imaginación y, de modo singular, con la educación. Ha demostrado ser enormemente beneficioso como metodología didáctica, pudiendo potenciar los desarrollos cognitivo, afectivo y comunicativo, aspectos esenciales en la construcción social del conocimiento (Melo y Hernández, 2014). Palacios (2005, p. 75) afirma que “el juego, es en realidad un “asunto serio” en la educación para la ciencia. Lleva al desarrollo de habilidades de observación y experimentación y a la comprobación de ideas”.

Las actividades lúdicas requieren recursos que desarrollen los caracteres constructivo-creativo y comunicativo idiosincrásicos del juego, por lo que es de capital importancia conocer y estudiar juegos que puedan ser utilizados tanto en la educación formal como en la no formal (Fernández-Oliveras y Oliveras, 2014a).

Concretamente, los juegos con reglas promueven en el alumnado habilidades importantes en el desarrollo humano como son la creatividad, la resolución de problemas, el lenguaje, la negociación, la ética, el respeto, la autonomía y la indagación. Al mismo tiempo, este tipo de juegos fomenta la socialización y los vínculos afectivos entre iguales y entre educandos y educadores, factores cruciales para la motivación y el interés en la consecución de aprendizajes significativos. Nos parece especialmente interesante el uso de juegos tradicionales de estrategia para el desarrollo de las competencias matemáticas y científicas. Williford (1992, p. 98) dice de ellos que son “vehículos atractivos para mejorar destrezas generales de razonamiento matemático”, a partir de su experiencia en contextos no formales. En una completa revisión de los estudios educativos en torno al ajedrez, Ferguson (1995) indica que un entorno de aprendizaje organizado en torno a los juegos afecta positivamente a las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje, tal y como revelan las concepciones de futuros docentes en formación (Fernández-Oliveras y Oliveras, 2014b, 2015). Ferguson detalla que el ajedrez ha demostrado beneficios en la mejora de multitud de capacidades propias del pensamiento científico-matemático (razonamiento abstracto, planificación estratégica, evaluación y síntesis, pensamiento crítico, resolución de problemas, toma de decisiones, creatividad, flexibilidad...). De igual manera, podemos suponer que otros juegos de estrategia similares al ajedrez, de suma nula e información completa y perfecta, pueden ofrecer beneficios equiparables.

En dichos juegos tienen lugar dos procesos fundamentales de razonamiento: (1) la construcción mental del llamado *árbol de juego*, en que los jugadores emplean la memoria a corto plazo, las habilidades visoespaciales, el pensamiento lógico, la analogía y la modelización; (2) la selección de *jugadas candidatas*, en que los jugadores utilizan el reconocimiento de patrones, el pensamiento lógico, la memoria a largo plazo, el establecimiento de metas, la evaluación y la toma de decisiones. El interés desde la perspectiva STEM (ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas) es patente.

Bergen (2009) establece la necesidad de fomentar la actitud lúdica y de educar a través del juego para las disciplinas STEM, constatando que la manera de pensar de científicos

y matemáticos en los procesos de indagación tiene mucha similitud con la de niños que juegan significativamente, y señalando: “niños y niñas con buenas habilidades de aprendizaje a través del juego tienen más probabilidad de demostrar creatividad e innovación en sus profesiones adultas de tecnología y ordenadores, científicas, matemáticas y de ingeniería” (p. 423). De ello se sigue que educar en el juego y con juegos supone una contribución acertada al fomento de la alfabetización científico-matemática y de habilidades requeridas para las disciplinas STEM, como la creatividad, el pensamiento espacial y las capacidades de innovación, interpretación, argumentación, y modelización (Newcombe, 2010). Por ello, es necesaria la formación específica en torno a los juegos para que los y las profesionales puedan aprovechar su potencial como elementos facilitadores de la educación. En palabras de Melo y Hernández (2014),

es fundamental reconocer el juego como una función esencial del desarrollo y la evolución del conocimiento humanos, y por ende de la educación, con el fin de establecer su verdadero valor pedagógico y reconocer su mérito en todas las dimensiones de la construcción del individuo. (p. 42)

Educación no formal

Consideramos que la educación científica y matemática que se lleva a cabo en entornos no formales como museos, ludotecas, clubes, campamentos, bibliotecas tutorizadas, ferias o talleres, consigue logros significativos. Educar para la igualdad en un espacio no formal permite hacerlo sin la presión curricular y desde un planteamiento holístico, integral, transversal e interdisciplinar.

La participación del alumnado en actividades extraescolares, propias del entorno educativo no formal, favorece la permanencia en la escuela y el éxito académico, además del desarrollo personal en la adolescencia y la primera edad adulta (Eccles y Templeton, 2002; Eccles, Barber, Stone y Hunt, 2003; Mahoney, 2000). Con estas actividades los y las estudiantes tienen la oportunidad de experimentar el liderazgo y dominar su propia motivación (Eccles y Templeton, 2002), así como de involucrarse en tareas estimulantes que faciliten el aprendizaje de habilidades valiosas, promuevan las relaciones sociales entre iguales y con adultos no familiares, y favorezcan la construcción de identidades positivas (Eccles et al., 2003).

Los contextos no formales, más abiertos, favorecen la participación activa del alumnado de cualquier edad, así como la posibilidad de incorporar actividades centradas en cuestiones socioculturalmente relevantes que en ocasiones no encuentran espacio en los currículos tradicionales de la educación formal. Por otra parte, los ámbitos no formales también son más adecuados para enfoques que requieran dedicar lapsos largos a la experimentación y a la reflexión. En este sentido tratamos de dirigir la experiencia cuyo diseño presentamos en este trabajo.

DISEÑO DE LA EXPERIENCIA

Objetivos

- Contribuir a la alfabetización científica y matemática en un contexto educativo no formal, fomentando el desarrollo de competencias STEM y transversales a través de trabajo sobre juegos de mesa del mundo.
- Evidenciar la puesta en práctica de capacidades científico-matemáticas en el abordaje del juego por parte del alumnado.

- Promover la cultura lúdica entre el alumnado, difundiendo juegos de mesa del mundo como muestras del pensamiento científico-matemático y la cosmogonía de culturas concretas.
- Fomentar la interculturalidad, la inclusión y el diálogo como bases fundamentales para las interrelaciones personales y el aprendizaje en contextos multiculturales.

Participantes y contexto

La experiencia se llevará a cabo en las sesiones extraescolares de biblioteca tutorizada de un centro escolar adscrito a la Red Andaluza de Comunidades de Aprendizaje. Este centro se encuentra en el distrito Norte de la ciudad de Granada, España, y acoge a abundante alumnado en situación de riesgo de exclusión. Los y las participantes son estudiantes de 1º a 4º de Educación Secundaria Obligatoria (con edades entre 12 y 16 años) asistentes a dichas sesiones.

Las bibliotecas tutorizadas son una de las actuaciones educativas de éxito esenciales del proyecto de Comunidades de Aprendizaje (Valls, Soler y Flecha, 2008; Padrós, Duque y Molina, 2011). Sus claves son: tiempo de aprendizaje ampliado a horario extraescolar; orientación a la inclusión educativa de todo el alumnado; y aumento de la cantidad y la calidad de las interacciones entre iguales y entre personas con diferentes experiencias y edades. Además, fomentan los principios del aprendizaje dialógico: diálogo igualitario, inteligencia cultural, transformación, creación de sentido, solidaridad, dimensión instrumental e igualdad de diferencias (Aubert, García y Racionero, 2009).

Metodología

Esta experiencia, que se llevará a cabo a partir del tercer trimestre del curso 2015-2016, forma parte de un estudio de casos enmarcado en un proyecto de investigación doctoral de enfoque interpretativo cualitativo.

El conjunto de la intervención se estructurará en torno a módulos didácticos basados en la metodología de microproyectos creada por Oliveras (2005, 2008). Los microproyectos son planes de trabajo interdisciplinares y abiertos, construidos sobre un objeto sociocultural relevante, cuyos objetivos generales son el logro de una educación intercultural y la participación activa del alumnado en la construcción de significados contextualizados interdisciplinares, especialmente científico-matemáticos. Hemos adaptado de forma genuina esta metodología, surgida desde la fundamentación en las etnomatemáticas, al estudio de los juegos como objetos socioculturales, desarrollando lo que llamamos *ludoproyectos*. Concebimos los ludoproyectos como módulos didácticos o bloques de actividades de aprendizaje, comunicación y acción reflexiva, dirigidos especialmente al ámbito de la educación científico-matemática no formal, que incorporan la componente del aprendizaje lúdico a la filosofía del microproyecto y se centran en un juego específico.

Con estos ludoproyectos pretendemos potenciar los procesos de construcción del pensamiento científico en el alumnado. Igual que otras metodologías novedosas de enseñanza de las ciencias, como la basada en la indagación, nuestra propuesta considera que esta tarea es fundamental para la formación de un buen andamiaje que permita el desarrollo de competencias y evite limitar la educación científica al aprendizaje de conceptos, leyes, teorías, etc., acerca del mundo natural (Martínez-Chico, 2013).

Los juegos tratados son, desde la perspectiva de la teoría de juegos, juegos bipersonales de suma nula e información completa y perfecta (no contienen elementos de azar, ambos jugadores disponen de toda la información sobre la partida y las reglas, y, si gana uno,

pierde el otro). Desde la socioantropología de los juegos, se trata de juegos de mesa de estrategia del mundo.

Módulos didácticos lúdicos: ludoproyectos

La experiencia se llevará a cabo mediante ludoproyectos (módulos didácticos centrados en un juego) cuya duración dependerá del desempeño del alumnado, del avance en las evidencias del pensamiento científico-matemático logradas y del interés suscitado.

Hemos construido sendos ludoproyectos centrados en el *mu torere* y el *bagh chal* (Figura 1), juegos seleccionados de entre un catálogo elaborado anteriormente (Gutiérrez-Perera, Fernández-Oliveras y Oliveras, 2015). Esta elección se ha llevado a cabo obedeciendo a criterios técnicos (duración de las partidas, variedad de mecánicas...), así como a criterios didácticos (nivel de complejidad para el alumnado destinatario, potencialidad para la educación científica y matemática...). Los aspectos de interés desde la perspectiva STEM cubiertos por el ludoproyecto centrado en el *bagh chal* son especialmente ricos (Gutiérrez-Perera, Fernández-Oliveras y Oliveras, 2016). En función del progreso de la experiencia, en relación con el proyecto doctoral, construiremos ludoproyectos basados en más juegos preseleccionados: *tablut*, *alquerque*, *wari*, entre otros...

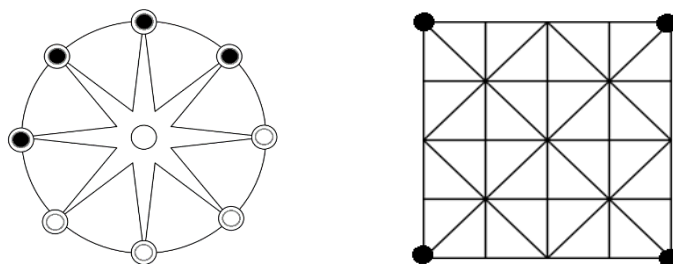


Figura 1: Tableros de juego y posición inicial del *mu torere* y del *bagh chal*

Los ludoproyectos están compuestos por entre 5 y 8 sesiones de una hora, en las que se abordan distintas actividades diseñadas específicamente para fomentar el desarrollo de competencias STEM y transversales. Inicialmente el educador realizará una breve presentación del juego como objeto cultural (los juegos han sido analizados en una fase previa de la investigación doctoral con arreglo a tres categorías tomadas del concepto de cultura de Huxley (1955): artefacto, mentifacto y sociofacto). Se detallarán los componentes, se explicarán las reglas y se ofrecerá una reseña contextual para que el alumnado conozca la cultura de la que el juego es propio. Tras ello, la mecánica de las sesiones alternará actividades de exploración basadas en juego por parejas y coloquios en grupo.

La misión del alumnado es llegar a conocer el juego tratado como realidad científico-matemática, progresando poco a poco en su dominio desde una perspectiva analítica y exploratoria. Para ello compartirán impresiones, creencias, hipótesis, etc. Ejemplos en este sentido pueden ser: “cuando juego yo con negras, gano siempre, cuando juega Mar con negras, gana ella, ¿será que siempre ganan las negras, o que tienen ventaja?”; “es muy difícil ganar con las cabras, los tigres tienen ventaja”; “creo que no hay que empezar poniendo una ficha en el centro, es mejor ir a las esquinas porque están más protegidas”; “hay que intentar agrupar las fichas para que no te coman”; “la simetría del tablero es importante” ... A partir de información recopilada en el desarrollo de las partidas, el alumnado confrontará sus ideas previas con las observaciones, de manera que desarrollará estrategias favorecedoras que le permita “mejorar” en el juego.

En los coloquios en grupo el alumnado podrá compartir sus hallazgos. El objetivo es que, mediante interacciones dialógicas entre iguales, tenga lugar la co-construcción de conocimiento social consensuado y se promueva el aprendizaje significativo. El alumnado se expresará libremente y el educador fomentará que las afirmaciones sean argumentadas, invitando a la participación mediante preguntas abiertas. La síntesis de todo lo que aporte el alumnado contribuirá a que el conocimiento social generado adquiera una mayor dimensión de colectivo y sea válido para todas y todos.

Las sesiones se grabarán en video y se transcribirán para, posteriormente, realizar un análisis de contenido con el objetivo de poner de manifiesto rasgos del pensamiento científico-matemático inmersos en el discurso de los y las participantes.

CONCLUSIONES

En este trabajo resumimos el diseño de una experiencia de educación no formal basada en una adaptación de la metodología de microproyectos para el caso de los juegos del mundo como objeto sociocultural, aportando así la metodología de *ludoproyectos*.

Los objetivos fundamentales en nuestro diseño son: desarrollar las competencias STEM y transversales, recogiendo evidencias de dicho desarrollo; trabajar la interculturalidad y el aprendizaje dialógico y difundir juegos de mesa del mundo como parte del patrimonio inmaterial de la humanidad. Para lograr los objetivos se han elaborado módulos de actividades didácticas basadas en el aprendizaje lúdico, aglutinadas en torno a una epistemología relativista y constructivista-social del conocimiento y con un fundamento de investigación naturalista.

La experiencia se centrará en un entorno con alumnado de Educación Secundaria en situación de riesgo de exclusión social. Es de especial importancia incidir en la alfabetización científica y matemática de este alumnado de cara a garantizar su inclusión y su participación activa tanto en la escuela como en la sociedad, así como trabajar la interculturalidad como motor dialógico de las interacciones e intercambios culturales cotidianos en su contexto multicultural.

Creemos interesante hacerlo a través de una propuesta basada en el juego, y en concreto, en juegos de mesa del mundo pues, por un lado, diversas investigaciones han probado la conveniencia de utilizar el juego como recurso didáctico que activa el factor emocional del alumnado potenciando el desarrollo de múltiples competencias. Por otro lado, estos juegos constituyen muestras de conocimiento matemático cultural (Gerdes, 1988; Bishop, 1998) y pueden servir como punto de encuentro y de partida para generar una microcultura adolescente mestiza (Oliveras, 2006). Esta cultura puede ser cohesionada a partir de la apropiación de rasgos de razonamiento y estrategias lógicas provenientes de todas las culturas implicadas, que desean jugar mientras desarrollan sus capacidades científicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16.
- Aubert, A., García, C. y Racionero, S. (2009). El aprendizaje dialógico. *Cultura y Educación*, 21(2), 129-139.
- Bergen, D. (2009). Play as the Learning Medium for Future Scientists, Mathematicians and Engineers. *American Journal of Play*, 1(4), 413-428.

- Bishop, A. J. (1998). El papel de los juegos en educación matemática. *Uno. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 18, 9-19.
- Eccles, J. S., Barber, B. L., Stone, M., y Hunt, J. (2003). Extracurricular activities and adolescent development. *Journal of social issues*, 59(4), 865-889.
- Eccles, J. S., y Templeton, J. (2002). Extracurricular and other after-school activities for youth. *Review of research in education*, 113-180.
- Esteban, S. (2003). La perspectiva histórica de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad y su papel en la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (3), 399-415.
- Ferguson, R. (1995). *Chess in Education Research Summary. A Review of Key Chess Research Studies*. Comunicación presentada en la Conferencia de la Borough of Manhattan Community College "Chess in Education: A Wise Move", Nueva York. Último acceso el 20 de febrero de 2016, desde <http://uschesstrust.com/wp-content/uploads/2007/08/chess-in-education-research-summary-by-robert-ferguson.pdf>.
- Fernández-Oliveras, A. y Oliveras, M. L. (2014a). Playing for science and mathematics education: an experience for pre-service kindergarten teacher training. En Costa M. F. M., Pombo P., Dorrió B. V. (Eds.), *Hands-on Science. Science Education with and for Society* (180 -183). Braga: Hands-on Science Network. Último acceso el 24 de febrero de 2016, desde http://www.hsci.info/Book_HSCI_2014_lowresA4.pdf.
- Fernández-Oliveras, A. y Oliveras, M. L. (2014b). Pre-service kindergarten teachers' conceptions of play, science, mathematics, and education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 152, 856-861. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.09.334.
- Fernández-Oliveras, A. y Oliveras, M. L. (2015). Conceptions of science, mathematics, and education of prospective kindergarten teachers in a play-based training. *International Journal on Advances in Education Research*, 2(1), 37-48. Último acceso el 24 de febrero de 2016, desde http://edure.org/EduReJournalVol2N1/EduRe_V2_I1_P3.pdf.
- Gerdes, P. (1988). On culture, geometrical thinking and mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 19(2), 137-162.
- Gutiérrez-Perera, C. S., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras, M. L. (2015). Analizando y seleccionando juegos del mundo para la educación científica y matemática. *ReiDoCrea, Revista electrónica de investigación y Docencia Creativa, monográfico Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas*, 22-27. Último acceso el 20 de febrero de 2016, desde <http://hdl.handle.net/10481/37111>.
- Gutiérrez-Perera, C. S., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras, M. L. (2016). Play in Scientific and Mathematical Non-Formal Education. Bagh Chal, a Tigers-and-Goats Game. En Z. Bekirogullary, M. Y. Minas y R. X. Thambusamy (Eds.), *European Proceedings of Social & Behavioural Sciences, EpSBS, VIII*, 178-191. Kyrenia, Chipre. DOI: 10.15405/epsbs.2016.05.19.
- Huizinga, J. (1949). *Homo Ludens: A study of the play-element in culture*. Londres: Routledge & Kegan Paul Ltd.
- Huxley, J. S. (1955). Evolution, Cultural and Biological. *Yearbook of Anthropology* (pp. 2-25). Chicago: University of Chicago.
- Mahoney, J. L. (2000). School extracurricular activity participation as a moderator in the development of antisocial patterns. *Child development*, 71(2), 502-516.

- Martínez-Chico, M. (2013). Formación inicial de maestros para la enseñanza de las ciencias. Diseño, implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza (Tesis doctoral). Editorial Universidad de Almería, Almería, España.
- Melo, M. P. y Hernández, R. (2014). El juego y sus posibilidades en la enseñanza de las ciencias naturales. *Innovación Educativa*, 14(66), 41-63.
- Newcombe, N. S. (2010). Picture This. Increasing Math and Science Learning by Improving Spatial Thinking. *American Educator*, summer 2010, 29-35+43.
- Oliveras, M. L. (2005). Microproyectos para la educación intercultural en Europa. *Uno: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 11 (38), 70-81.
- Oliveras, M. L. (2006). Etnomatemáticas. De la multiculturalidad al mestizaje. En J. M. Goñi (Coord.), *Matemáticas e interculturalidad* (pp. 117-149). Barcelona: Graó.
- Oliveras, M. L. (2008) The IDMAMIM project is “Innovation in Didactics for Mathematics in Multicultural contexts, with Immigrant and Minority pupils”. *ICME 11*. Monterrey, México. Topic Study Group 33: *Mathematics education in a multilingual and multicultural environment*.
- Padrós, M., Duque, E. y Molina, S. (2011). Aportaciones de la investigación europea INCLUD-ED para la reducción del abandono escolar prematuro. *Avances en Supervisión Educativa: Revista de la Asociación de Inspectores de Educación de España*, 14. Último acceso el 20 de febrero de 2016, desde http://www.adide.org/revista/images/stories/pdf_14/ase14_monog06.pdf.
- Palacios, N. (2005). La ciencia al alcance de todos: educación científica a través del juego y la diversión. *Revista Magisterio. Educación y Pedagogía*, 16, 74-77.
- Sanmartí, N. y Marchán, I. (2015). La educación científica del siglo XXI: retos y propuestas. *Investigación y ciencia*, (469), 30-38.
- Valls, R., Soler, M. y Flecha, R. (2008). Lectura dialógica: interacciones que mejoran y aceleran la lectura. *OEI – Revista Iberoamericana de Educación*, 46, 71-87. Último acceso el 20 de febrero de 2016, desde <http://www.rieoei.org/rie46a04.pdf>.
- Williford, H. (1992). Games for Developing Mathematical Strategy. *Mathematics Teacher*, 85(2), 96-98.

Agir e sensibilizar: práticas de educação ambiental na formação inicial de professores

Linhares, E.,^{1,3} Reis, P.^{2,3}

¹Departamento de Ciências Matemáticas e Naturais, Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Santarém, Santarém, Portugal; ³UIDEF, Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

elisabete.linhares@ese.ipsantarem.pt

²Departamento de Currículo, Didática e Formação de Professores, Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal; ³UIDEF, Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

preis@ie.ul.pt

RESUMO

As iniciativas de ativismo orientadas para a resolução de problemas na sociedade oferecem oportunidades de aprendizagem ao longo da vida e permitem aos alunos aprender sobre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. No contexto atual marcado por mudanças constantes e complexas, a formação de cidadãos mais responsáveis e cientificamente informados constitui-se como fundamental. Assim, esta investigação-ação pretendeu: a) dotar os futuros professores de competências na conceção, implementação e avaliação de atividades orientadas para a ação sociopolítica sobre temas CTSA; b) identificar as dificuldades e potencialidades deste tipo de iniciativas; e c) promover valores de cidadania e de consciência ambiental. Os participantes foram futuros professores, alunos de um curso de Licenciatura, a frequentar uma disciplina de Ambiente. As narrativas elaboradas pelos futuros professores permitiram verificar que desenvolveram competências de planeamento e de intervenção na comunidade recorrendo a diferentes tipos de iniciativas.

Palavras-chave

Iniciativas de ativismo fundamentado; CTSA; educação ambiental; formação inicial de professores.

INTRODUÇÃO

A escola constitui um lugar privilegiado para promover a mudança e o esclarecimento necessários, veiculando os valores ambientais no sentido de formar jovens mais esclarecidos e responsáveis (Fernandes, Gonçalves, Pereira & Azeiteiro, 2007). Neste contexto, a formação de professores tem um papel fundamental, visto que serão os profissionais de amanhã que poderão ajudar, por sua vez, a formar jovens mais participativos e responsáveis. A abordagem de problemas com orientação CTSA é particularmente propícia à promoção de práticas interventivas que visem a promoção de valores sustentados numa postura crítica e reflexiva. As iniciativas de ativismo pretendem esclarecer e dotar os alunos de conhecimentos sobre alguns dos problemas atuais, suscitar momentos de reflexão e atitudes críticas face às informações com as quais lidamos no dia a dia permitindo uma tomada de decisão e atuação responsável sobre estas questões. Assim, o presente estudo teve como objetivos: a) dotar os futuros professores de

competências na concepção, implementação e avaliação de atividades orientadas para a ação sociopolítica sobre temas CTSA; b) identificar as dificuldades e potencialidades deste tipo de iniciativas; e c) promover valores de cidadania e de consciência ambiental.

Enquadramento teórico

A formação de cidadãos com conhecimento científicos e tecnológicos e com competências de cidadania é fundamental à compreensão dos acontecimentos que marcam o dia a dia de uma sociedade marcada por contantes conflitos sociocientíficos e socioambientais. Por outro lado, também possibilita um maior envolvimento e participação em relação aos problemas existentes na sociedade (Blatt, 2014). A resolução de problemas ambientais pode ser trabalhada com recurso a iniciativas de ativismo fundamentado que têm por base problemas ambientais com orientação CTSA. Segundo Aikenhead (2009), os currículos baseados no movimento CTSA devem ser orientados para ação, as questões de valores e a responsabilidade social. Como referem Solbes e Vilches (2004) a exploração das relações CTSA tem um importante papel na formação para uma cidadania responsável e na preparação para a tomada de decisões.

Em função do trabalho já realizado com futuros professores, Bencze e Sperling (2012) defendem que uma experiência de formação em ativismo tende a influenciar positivamente os professores a adotar estas práticas no seu futuro contexto de intervenção. Hoeg e Bencze (2014) recordam ainda que os professores em formação inicial se encontram a desenvolver filosofias e abordagens de ensino. Por conseguinte, as experiências de formação inicial vão influenciá-los fortemente nas práticas que poderão vir a adotar no seu futuro profissional. Estas práticas terão um reflexo direto nos alunos que irão formar e indireto na construção de uma sociedade mais (ou menos) participada. Importa, assim, que as instituições de ensino superior e os respetivos cursos de formação de professores se esforcem para integrar programas com práticas de ação sociopolítica fundamentada, contribuindo deste modo para a construção de uma sociedade mais crítica, responsável e sustentada (Chawla, 2008). Schusler e Krasny (2015) verificaram que as iniciativas ambientais nas quais alguns jovens participaram permitiram o desenvolvimento de capacidades para que possam intervir como cidadãos cientificamente literatos na sociedade. Esses jovens foram capazes de chegar às suas próprias conclusões relativamente a questões científicas, tecnológicas e/ou ambientais, bem como negociar com os outros processos democráticos no que diz respeito a preocupações sociais, económicas, ambientais e éticas, evidenciando, desta forma, ter pensamento crítico. Quando os alunos têm oportunidade de participar ativamente na melhoria do seu ambiente, sendo agentes da sua própria aprendizagem, ficam capacitados a assumir responsabilidades nas suas vidas e a lidar com a mudança (Simovska, 2008).

Apesar de diversos autores reconhecerem as vantagens da ação sociopolítica fundamentada na formação de alunos para a resolução democrática de problemas na sociedade (Bencze & Sperling, 2012; Conde, 2014; Hodson, 2014; Karahan & Roehrig, 2015; Linhares & Reis, 2014; Reis, 2014a, 2014b; Roth, 2009), é sabido que existem alguns obstáculos à sua adoção nas salas de aula. Reis (2014a) apresenta alguns princípios a considerar na integração de práticas orientadas para o ativismo: a) acreditar nas potencialidades educativas desta abordagem para os alunos; b) ter conhecimento das interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente; c) ter conhecimento pedagógico sobre como implementar iniciativas de ativismo; e d) ter vontade e capacidade para mudar a cultura da escola e da sociedade. Outra condição básica para que as iniciativas de ativismo ambiental tenham sucesso nas escolas é existir a oportunidade para os alunos e os professores se envolverem em situações de ativismo e que existam

professores empenhados em apoiar os alunos nestes projetos ao longo do ano (Kerckhoff & Reis, 2014).

À semelhança do estudo de Bader e Laberge (2014), foi nosso intuito dar sentido às aprendizagens dos futuros professores, tendo em conta as suas preocupações reais relacionadas com problemas que afetam o seu dia a dia e de forma a capacitá-los para a ação tendo em vista a resolução desses problemas e a proteção do ambiente. No presente estudo pretendeu-se que os futuros professores em formação tivessem oportunidade para influenciar os outros (um público-alvo à sua escolha), quer fossem eles, a família, os vizinhos, amigos, crianças ou ainda empresas/instituições.

METODOLOGIA

A presente investigação-ação decorreu ao longo de um semestre letivo e envolveu 48 estudantes de duas turmas do curso de Licenciatura em Educação Básica que se encontravam a frequentar uma disciplina de Ambiente. Segundo Pazos (2002) este tipo de investigação permite estudar e explorar uma situação didática, com a finalidade de ser melhorada, na qual se envolvem os investigadores implicados na realidade em causa. Pazos (2002) aponta como principais características desta metodologia de investigação: o conhecimento, a ação, a melhoria e a colaboração. Para esta autora, a investigação-ação visa atuar em ações e situações próprias do ambiente natural de sala de aula. A associação dos termos *ação* e *investigação* destaca as características fundamentais deste método: a implementação e avaliação de ideias como forma de desenvolver conhecimento e melhorar o currículo, o ensino e a aprendizagem (Kemmis & McTaggart, 1982).

Os dados foram obtidos através de narrativas elaboradas pelos alunos no final do semestre, após terem dinamizado as atividades de ativismo planeadas, para se compreender a experiência educativa vivenciada por este grupo de futuros professores. Como referem Reis (2008) e Reis e Climent (2012), as narrativas, enquanto processo de interação entre investigadores e autores, possibilitam a compreensão de causas, intenções e objetivos de determinadas ações, permitindo um melhor conhecimento e compreensão de uma realidade social. Os dados presentes nas narrativas foram submetidos a uma análise de conteúdo do tipo categorial, com o objetivo de tornar compreensível o material recolhido e possibilitar a sua interpretação (Bardin, 2009). As categorias emergem dos dados, tendo sido obtidas *a posteriori*. De forma a complementar a análise qualitativa, procedeu-se ainda a uma análise quantitativa para detetar tendências.

As temáticas dos trabalhos centraram-se em problemas ambientais atuais, tais como alterações climáticas, perda da biodiversidade, erosão costeira, desflorestação, construção de barragens, solos envolvendo diversas dimensões, tais como a dimensão de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Os futuros professores formaram grupos de trabalho e determinaram o problema ambiental que iriam abordar bem como a forma de ação sociopolítica a realizar. À exceção de uma componente individual centrada na pesquisa inicial sobre o tema em estudo, as restantes tarefas foram realizadas em grupo.

APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os professores em formação, as principais finalidades da ação coletiva fundamentada realizada consistiram em: a) divulgar a informação (55,2%); b) sensibilizar os destinatários destas ações (44,8%); c) melhorar o ambiente (37,9%); e d) tomar medidas de intervenção (27,6%). Atendendo à natureza dos problemas explorados nas ações coletivas realizadas, um número considerável de afirmações aponta como principal finalidade da iniciativa a sensibilização do público-alvo de forma a promover consciência

ambiental, capacidade reflexiva e, em última análise, a adoção de práticas que aportem contributos para a resolução do problema ambiental em estudo. Concomitantemente, algumas considerações remetem para a divulgação de informação sobre o tema, no sentido dos destinatários da ação saberem como poderiam minimizar um determinado problema ambiental e, assim, contribuir para uma melhoria do ambiente:

Sensibilizar os intervenientes, fazer com que os mesmos desenvolvam a sua consciência ambiental e por fim levá-los a adotar medidas que minimizem esta problemática. (Narrativa, 9D)

Dar a conhecer, às crianças, o tema. Bem como fomentar a opinião crítica em relação ao tema. Este tipo de iniciativa, realizada como a do meu grupo, procura de uma forma lúdica, fazer chegar às crianças informação acerca de determinados temas, por vezes polémicos, e deixando que elas mesmas formulem a sua opinião e consigam discutir sobre o tema. (Narrativa, 3PL)

A pouca familiaridade dos alunos em relação às iniciativas de ativismo dificultou o planeamento da sua forma de intervenção, não tendo bem consciência de todos os requisitos necessários para a sua concretização. O planeamento da ação sociopolítica levou os futuros professores ao desenvolvimento de competências fundamentais para programar uma ação e agir na sociedade no sentido de nela promover transformações sociais e ambientais. É fundamental adequar a ação às possibilidades do grupo de intervenção, tendo presente os recursos necessários, os destinatários, o local, o tempo disponível, entre os fatores fundamentais para uma boa gestão da atividade. A maioria dos grupos de trabalho conseguiu concretizar a ação sociopolítica inicialmente pensada: a) apresentação de uma banda desenhada numa turma de 1.ºCEB; b) elaboração de uma história para crianças do Jardim de Infância; c) elaboração e exploração de um vídeo de sensibilização; d) utilização do *facebook*; e) elaboração da letra de uma música; e f) realização de uma sessão de sensibilização. As restantes iniciativas sociopolíticas, como a iniciativa de voluntariado e a publicação de um artigo num jornal local, resultaram da impossibilidade em concretizar as ideias iniciais. Relativamente a esta última intervenção, o grupo parece não ter ficado totalmente satisfeito por considerar que a publicação num jornal local não chega a muitas pessoas, no entanto mostram ter desenvolvido consciência ambiental quando consideram que o importante é intervir e tentar fazer alguma coisa em prol do ambiente (tentaram uma publicação num jornal nacional mas o custo solicitado foi muito elevado):

Numa terceira alternativa, num Jornal, onde só conseguimos num jornal local, onde a informação não chega a todos mas, apesar de tudo, pensamos que conseguimos ao menos alertar algumas pessoas, temos que começar por algum lado se não fizermos nada é que não vamos obter resultados positivos de melhorias do nosso planeta. (Narrativa, 4PL)

Na opinião de alguns professores em formação, as experiências proporcionadas foram bem recebidas pelos destinatários, tendo estes mostrado interesse, curiosidade, motivação, nomeadamente pelas perguntas que colocaram na conferência em que participaram.

As crianças responderam muito bem ao que lhes foi pedido. Mostraram-se curiosas e participativas. (Narrativa, 6PL)

As turmas abordaram várias vezes o bombeiros com perguntas pertinentes e até mesmo curiosidades que pretendiam saber. (Narrativa, 2PL)

De uma forma geral, na opinião dos futuros professores, uma das grandes vantagens associadas a projetos de ação sociopolítica corresponde à possibilidade de desenvolver diversas capacidades nas pessoas que neles participam. As potencialidades referidas foram organizadas nas seguintes dimensões: a) sensibilizar (68,90%); b) processo de ensino-aprendizagem (20,70%); e c) intervir na sociedade (13,80%). Para 68,9% dos participantes, uma das mais-valias destas atividades consiste na sensibilização das pessoas para o problema em causa. Como são projetos que requerem empenho e uma participação ativa da sua parte, aprendem sobre medidas de minimização e formas de resolução dos problemas. O conhecimento contribui a uma maior preocupação e consciência do que cada um de nós pode e deve fazer no sentido da preservação ambiental. O público-alvo destas ações fica consciente em relação à forma como se está a prejudicar o ambiente e, através da reflexão, os destinatários das ações compreendem qual o papel que poderão ter nos ecossistemas de forma a contribuir para a minimização dos problemas ambientais. Consequentemente, estas ações ajudam a formar pessoas mais intervenientes (13,8%) e responsáveis perante as aplicações da ciência e da tecnologia e os seus reflexos na sociedade e no ambiente.

Este tipo de ações é muito importante (...), uma vez que desperta a população para diversos problemas, fomentando também um pouco a tomada de consciências e levando a população a refletir um pouco mais sobre o seu papel e quais as ações que pode tomar para proteger o planeta. (Narrativa, 7D)

Para muitos dos professores em formação, esta experiência de formação permitiu ainda conhecer outra forma de abordar e trabalhar conceitos científicos e conteúdos com as crianças (processo de ensino-aprendizagem, 20,7%). Recorrendo à ação sociopolítica, é possível inculcar valores de preservação ambiental e promove-se o conhecimento sobre diversos problemas de forma mais motivadora e mais eficaz.

As maiores dificuldades encontradas pelos participantes estão relacionadas com a gestão da atividade. Com efeito, alguns respondentes referiram terem tido dificuldades em determinar os destinatários da sua ação, em adequar a sua intervenção ao público-alvo, assim como em conseguir um número razoável de participantes na sua ação (24,1%):

Agora vamos mostrar a quem?, visto ser uma forma de ativismo deveria chegar a alguém. (Narrativa, 10PL)

Existiram ainda problemas de organização e de competências de trabalho em grupo no interior dos grupos (17,2%). Alguns grupos sentiram dificuldades na concretização de certas tarefas (13,8%) relacionadas com a ação sociopolítica a desenvolver. Denota-se ainda que a escolha da ação sociopolítica pelos grupos de trabalho não foi tarefa fácil (13,8%), muito provavelmente devido à sua inexperiência com este tipo de atividades sendo, contudo, uma situação que conseguiram superar.

As maiores dificuldades que o grupo sentiu, foram na planificação da ação, pois nunca tínhamos feito nada do género e sentimos uma grande responsabilidade em cima, pois queríamos que tudo corresse pelo melhor e que toda a gente que tivesse participado gostasse. (Narrativa, 10D)

CONCLUSÕES

Esta experiência de formação centrada na dinamização de iniciativas de ativismo fundamentado capacitou os futuros professores para a intervir na sociedade e promoveu o desenvolvimento de valores de cidadania neles próprios tendo ainda reflexos no público-alvo da sua ação. Os participantes construíram um conhecimento mais

aprofundado sobre os problemas ambientais que pouco conheciam, tornando-se cidadãos mais conscientes e intervenientes na sociedade, ao sentirem necessidade de mudar de comportamentos e ao implementarem ações no sentido de sensibilizar outros cidadãos para que, por sua vez, mudem também de comportamentos e passem a agir de forma responsável na sociedade onde vivem. Reconheceram as mais-valias deste tipo de dinâmicas por permitir inculcar valores de preservação ambiental e se promover o conhecimento sobre diversos problemas de forma mais motivadora e mais eficaz. Os professores em formação inicial consideram fundamental promover valores ambientais nas crianças de forma a promover nelas mudanças de comportamentos e a valorizarem as ações individuais na sociedade. O planeamento da ação sociopolítica levou os futuros professores ao desenvolvimento de competências fundamentais para programar uma ação e agir na sociedade no sentido de nela promover transformações sociais e ambientais. A pouca familiaridade dos futuros professores para com este tipo de atividades dificultou o planeamento da sua forma de intervenção, não tendo bem consciência de todos os requisitos necessários para a sua concretização. De uma forma geral, na opinião dos futuros professores, uma das grandes vantagens associadas a projetos de ação sociopolítica corresponde à possibilidade de desenvolver diversas capacidades nas pessoas que nele participam.

Uma das limitações do presente estudo relaciona-se com a impossibilidade de acompanhar este grupo de futuros professores ao longo da sua formação e nos seus contextos de estágio, de forma a verificar se estas iniciativas ambientais são integradas nas suas práticas bem como se os valores ambientais promovidos são de facto efetivos e duradouros neste grupo de participantes e no público-alvo das suas intervenções.

No entanto, acreditamos que, como conclui Hodson (2014), as experiências de ação sociopolítica proporcionadas no contexto de formação de professores poderão funcionar como alavanca para que estes futuros professores participem no seu dia a dia de forma responsável e ativa e, promovam, por sua vez, estas competências nos alunos com os quais poderão vir a trabalhar. Uma formação com estas características tem, assim, um duplo efeito, repercutindo-se na vida pessoal e profissional de cada um.

BIBLIOGRAFIA

- Aikenhead, G. S. (2009). *Educação científica para todos*. Mangualde: Edições Pedagogo.
- Bader, B., & Laberge, Y. (2014). Activism in Science and Environmental Education: Renewing Conceptions About Science Among Students When Considering Socioscientific Issues. In L. Bencze & S. Alsop (Eds), *Activist Science and Technology Education* (pp. 419-449). London: Springer.
- Bardin, L. (2009). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Bencze, J.L., & Sperling, E.R. (2012). Student-teachers as advocates for student-led research-informed socioscientific activism. *Canadian Journal of Science, Mathematics & Technology Education*, 12(1), 62–85.
- Blatt, E. N. (2014). Developing an “Activist Mentality” in an Environmental Science Course. In L. Bencze & S. Alsop (Eds), *Activist Science and Technology Education* (pp. 451-464). London: Springer.
- Chawla, L. (2008). Participation and the Ecology of Environmental Awareness and Action. In A. Reid, B. B. Jensen, J. Nikel & V. Somovska (Eds.), *Participation and*

Learning - Perspectives on Education and the Environment, Health and Sustainability (pp.98-110). London: Springer.

Conde, M. (2014). Activism mobilising science. *Ecological economics*, 105, 67-77.

Fernandes, A, Gonçalves, F., Pereira, M. J., & Azeiteiro, U.M. (2007). Educação ambiental: características, conteúdos, objetivos e atividades práticas. O caso Português. In F. Gonçalves, R. Pereira, U. Manuel de M. Azeiteiro e M. J. V. Pereira (Eds.), *Atividades práticas em ciência e educação ambiental* (pp. 11- 41). Lisboa: Instituto Piaget.

Hodson, D. (2014). Becoming Part of the Solution: Learning about Activism, Learning through Activism, Learning from Activism. In L. Bencze & S. Alsop (Eds), *Activist Science and Technology Education* (pp. 67-98). London: Springer.

Hoeg, D., & Bencze, L. (2014). Counter Cultural Hegemony: Student Teachers' Experiences Implementing STSE-Activism. In L. Bencze & S. Alsop (Eds), *Activist Science and Technology Education* (pp.575-596). London: Springer.

Karahan, E., & Roehrig, G. (2015). Constructing Media Artifacts in a Social Constructivist Environment to Enhance Students' Environmental Awareness and Activism. *Journal of Science Education and Technology*, 24, 103-118.

Kemmis, S., & McTaggart, R. (1982). *The action research planner*. Victoria: Deakin University Press.

Kerckhoff, A. S., & Reis, G. (2014). Responsible Stewards of the Earth: Narratives of Youth Activism in High School (Science). In L. Bencze & S. Alsop (Eds), *Activist Science and Technology Education* (pp.465-476). London: Springer.

Linhares, E., & Reis, P. (2014). La promotion de l'activisme chez les futurs enseignants partant de la discussion de questions socialement vives. *Revue Francophone du Développement Durable*, 4, 80-93.

Pazos, M. S. (2002). Algunas reflexiones sobre la investigación-acción colaboradora en la educación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 1-17.

Reis, P. (2008). As narrativas na formação de professores e na investigação em educação. *NUANCES: estudos sobre Educação*, 15(16), 17-34.

Reis, P. (2014a). Promoting students' collective socio-scientific activism: Teacher's perspectives. In L. Bencze & S. Alsop (Eds.), *Activism in science and technology education* (pp. 547-574). London: Springer.

Reis, P. (2014b). Acción socio-política sobre cuestiones socio-científicas: reconstruyendo la formación docente y el currículo. *Uni-Pluri/versidad*, 14(2), 16-26. Recuperado de <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/unip>

Reis, P. & Climent, N. (2012). *Narrativas de profesores: reflexiones en torno al desarrollo personal y profesional*. Sevilla: Universidade Internacional de Andalucía

Roth, W.-M. (2009). On Activism and Teaching. *Journal for Activist Science & Technology Education*, 1(2), 31-47.

Schusler, T. M. & Krasny, M. E. (2015). Science and Democracy in Youth Environmental Action – Learning “Good” Thinking. In M. P. Mueller & D. J. Tippins (Eds.), *EcoJustice, Citizen Science and Youth Activism - Situated Tensions for Science Education* (pp.363-384). London: Springer.

Simovska, V. (2008). Learning *in* and *as* Participation: A Case Study from Health-Promoting Schools. In A. Reid, B. B. Jensen, J. Nickel & V. Somovska (Eds.), *Participation and Learning - Perspectives on Education and the Environment, Health and Sustainability* (pp.61-80). London: Springer.

Solbes, J., & Vilches, A. (2004). Papel de las relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 1-11.

Contribución al estudio de la incidencia de alergias alimentarias en niños de infantil y primaria

Navarro, E., De Prada, P., Vidal-Aragón, M. C., Riaguas, E.

Centro Universitario Santa Ana (Adscrito a la Universidad de Extremadura).

mcvidal@univsantana.com

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo familiarizar al estudiante con el método científico. Con él se contribuye a capacitar al alumno para diseñar experimentos de validez científica, interpretar resultados y sacar conclusiones válidas. Forma parte de Educación para la Salud, asignatura que profundiza en el método científico, permitiéndole conocer aspectos relativos a la salud pública y escolar en España y proporcionándole conocimientos que permitan en última instancia mejorar el bienestar, la higiene y la salud durante su ejercicio profesional.

Este proyecto estudia la incidencia de alergias alimentarias en la población infantil. Se ha diseñado un cuestionario orientado a analizar la influencia de los factores que afectan a los procesos alérgicos, seleccionándose tres centros escolares para el estudio. El diseño del proyecto obliga al alumno a organizar e interpretar los resultados. Los resultados del estudio concuerdan con otros trabajos científicos publicados, dando validez al método educativo de proyectos supervisados.

PALABRAS CLAVE

Didáctica, Proyectos, Alergia, Muestreo Probabilístico Por Conglomerado.

INTRODUCCIÓN

1. El proyecto de investigación como herramienta educativa.

El aprendizaje basado en proyectos es un método educativo en el que el alumno obtiene conocimientos y habilidades trabajando en investigar y resolver un tema innovador, siempre bajo la supervisión y ayuda del profesor. Esta alternativa pedagógica a los métodos más tradicionales, se ha venido utilizando en universidades de los Estados Unidos durante décadas, y está empezando a implantarse lentamente en nuestro país.

Estudios demuestran que los alumnos que participan en este tipo de aprendizaje desarrollan capacidades que les serán útiles en la vida real; permite al alumno utilizar una serie de herramientas y recursos que normalmente la enseñanza tradicional no utiliza (Iwamoto, *et al.*, 2016). En un mundo cada vez más tecnológico, la creatividad y capacidad de resolución de problemas será fundamental para abrirse camino. Los estudiantes desarrollan capacidades necesarias para prosperar en el mundo globalizado del siglo XXI, como son el pensamiento crítico o la creatividad (Bell, 2010).

El proceso de desarrollo del proyecto comienza con la elección de un tema innovador sobre el que investigar. El alumno se plantea una pregunta y tiene que planificar todo el proceso para resolverla, desde buscar el sujeto de la investigación, diseñar un cuestionario

que le confiara suficiente información para poder sacar conclusiones, así como la recopilación y tratamiento de los datos de modo científicamente correcto y la búsqueda de referencias bibliográficas pertinentes al tema.

2. Elección de un tema de relevancia para el proceso educativo del alumno: Alergias Alimentarias.

Como estudiante de un Grado de Educación Infantil, el conocimiento de los factores que afectan a la salud y bienestar de los alumnos es fundamental para el ejercicio profesional. El Centro Santa Ana incluye una asignatura de Educación para la Salud, que permite al alumno familiarizarse con conceptos sanitarios en el ámbito infantil. Por ello, la elección del tema de alergias alimentarias en niños de edad escolar no es trivial, dado el alto grado de incidencia de este tipo de afecciones.

Las alergias alimentarias son reacciones de tipo inmunitario que aparecen tras la ingestión de diversos alimentos (Martín Esteban, 2007). La Organización Mundial de la Salud estima que podrían afectar a alrededor del 20% de la población mundial, lo que da idea de la relevancia del tema (Colás Sanz, 2012). Los alérgenos responsables suelen ser proteínas o glicoproteínas que forman parte de los alimentos y que resultan inocuos para la mayoría de la población. Sin embargo, en individuos sensibles desencadenan procesos que varían desde un ligero malestar hasta reacciones graves potencialmente mortales, que necesitan intervención médica inmediata (Zugasti, 2009).

Las alergias en general son procesos multifactoriales, y así como se conoce el cómo ocurren, el porqué está aún por concretar. Los procesos alérgicos son consecuencia de una reacción anómala del sistema inmunitario del individuo ante un producto generalmente inócuo (Baeza Ochoa de Ocariz, 2012). Requiere una sensibilización inicial, que resulta en la generación de anticuerpos específicos para el alérgeno, normalmente IgE. En las siguientes exposiciones al alimento en cuestión, las inmunoglobulinas desencadenan un proceso mediado por los mastocitos, células que interactúan con ellas y que liberan todas las sustancias responsables de producir los síntomas alérgicos.

La mayoría de los casos de alergia detectados en las primeras etapas de la vida tienden a desaparecer con el tiempo, lo que hace especialmente importante su detección para poder proporcionar el tratamiento adecuado y prevenir reacciones severas (Zubeldia Ortuno, 2012).

3. Los objetivos del estudio y su importancia en el diseño del mismo

Dentro del aprendizaje del método científico, es fundamental determinar los objetivos del estudio, para poder diseñarlo a medida y que nos proporcione las respuestas buscadas. El proceso incluye el buscar el campo de estudio que mejor responda al proyecto y el diseñar un cuestionario capaz de dar respuesta a las preguntas planteadas en el estudio. En nuestro estudio sobre alergias alimentarias, nos proponemos conocer la prevalencia de la afección, los tipos más frecuentes, los factores que influyen en su aparición (geográficos, edad, familiares, etc...) y el porcentaje de remisión de las mismas.

METODOLOGÍA

La técnica seleccionada para desarrollar el proyecto se denomina *Muestreo Probabilístico por Conglomerado*; en nuestro caso, se eligieron tres centros docentes en dos poblaciones representativas del medio rural y urbano, con un tamaño potencial de muestra de 1.300 alumnos que nos proporcionó una muestra final de 777 niños. El método de recolección

de datos es un cuestionario diseñado para recabar la máxima información sobre los objetivos marcados, que se ha remitido a los sujetos estudiados para que lo completen.

El cuestionario (Figura 1), elaborado para que los padres lo cumplimenten, proporciona datos sobre el entorno familiar del niño, su estado de salud, el tipo de alergias que padece, cuando aparecieron, el tratamiento que sigue y el desarrollo de las mismas a lo largo de los años. Los datos recogidos fueron tratados con distintas herramientas del programa Excel de Microsoft, para el cálculo de promedios, porcentajes, índices y demás parámetros estadísticos necesarios para el análisis y obtención de resultados.

ENCUESTA SOBRE ALERGIAS

1.- NOMBRE DEL NIÑO/A: _____

2.- EDAD: _____ AÑOS. 3.- SEXO: VARÓN MUJER

4.- NÚMERO DE HERMANOS (INCLUIDO EL ALUMNO): _____ 5.- LUGAR QUE OCUPA ENTRE LOS HERMANOS: _____

6.- ENTORNO DE RESIDENCIA HABITUAL: URBANO RURAL

7.- ¿PADECE O HA PADECIDO SU HIJO/A ALGUNA ALERGIAS?
sí NO

8.- EN CASO AFIRMATIVO, INDIQUE LAS ALERGIAS QUE PADECE O HA PADECIDO:

9.- ¿A QUÉ EDAD LE FUE DETECTADA? SI SON VARIAS ALERGIAS, INDICAR CADA UNA:
EDAD: ____ AÑOS. _____ EDAD: ____ AÑOS. _____
EDAD: ____ AÑOS. _____ EDAD: ____ AÑOS. _____
EDAD: ____ AÑOS. _____ EDAD: ____ AÑOS. _____

10.- ¿EN LA ACTUALIDAD SIGUE PADECIENDO DICHA/S ALERGIAS?
sí NO UNAS SÍ Y OTRAS NO
(INDICAR CUÁLES SÍ) _____

11.- ¿HA SEGUIDO ALGÚN TRATAMIENTO CON LA ALERGIAS? sí NO

12.- ¿SU HIJO/A SE HA VACUNADO DE SUS ALERGIAS? sí NO
UNAS SÍ Y OTRAS NO (INDICAR CUÁLES SÍ) _____

13.- ¿ALGÚN OTRO MIEMBRO DE LA FAMILIA HA SIDO ALÉRGICO?
PADRE MADRE HERMANO/A

14.- EN CASO AFIRMATIVO, INDIQUE QUÉ ALERGIAS PADECE:

Figura 1. Cuestionario utilizado en el proyecto.

RESULTADOS

La Tabla 1 expone la participación en el estudio de cerca del 60% de los padres lo cual nos dio un tamaño de muestra de gran valor estadístico. Adicionalmente, el resultado obtenido demuestra que el nivel socio-cultural de los padres y el entorno en el que se sitúa el colegio no influyen de forma determinante en el porcentaje de participación aunque se observa una participación ligeramente superior en los centros concertados.

Tabla 1: Número y porcentajes de encuestas respondidas.

		ENTREGADAS	CONTESTADAS	%	TOTAL
CALASANCIO (concertado)	INFANTIL	150	94	62,7%	59,3%
	PRIMARIA	300	173	57,7%	
JUAN RUFO (público)	INFANTIL	100	47	47,0%	54,8%
	PRIMARIA	300	172	57,3%	
ATENEA (concertado)	INFANTIL	150	95	63,3%	64,9%
	PRIMARIA	300	197	65,7%	
TOTAL	INFANTIL	400	236	59,0%	59,8%
	PRIMARIA	900	542	60,2%	

En cuanto a la incidencia de alergias en la población estudiada, encontramos que afecta a cerca del 20% de los entrevistados, lo que concuerda con las estimaciones de la OMS.

La tabla 2 contiene la distribución según el tipo de agente desencadenante de la alergia.

Tabla 2: Prevalencia de cada tipo de alergia.

TAMAÑO MUESTRAL: 777	Nº DE ALÉRGICOS	PORCENTAJE SOBRE TOTAL MUESTRA	PORCENTAJE SOBRE ALÉRGICOS
POLEN	83	10,7%	52,2%
ALIMENTOS	40	5,1%	25,2%
PIEL ATÓPICA	16	2,1%	10,1%
PICADURAS	15	1,9%	9,4%
HONGOS	15	1,9%	9,4%
MEDICAMENTOS	13	1,7%	8,2%
OTROS	13	1,7%	8,2%
PELO DE ANIMAL	11	1,4%	6,9%
ÁCAROS	8	1,0%	5,0%

Los resultados demuestran la alta incidencia de las alergias alimentarias, sólo superadas por el polen en porcentaje. Dentro de los alimentos, la distribución de alergias aparece en la Tabla 3.

Tabla 3: Prevalencia de alergias alimentarias según el alimento alérgeno.

ALÉRGENO	NÚMERO DE ALÉRGICOS	PORCENTAJE SOBRE TOTAL MUESTRA	PORCENTAJE SOBRE ALÉRGICOS ALIMENTARIOS
FRUTAS	9	1,16%	22,5%
PROTEÍNAS LECHE	8	1,03%	20%
FRUTOS SECOS	7	0,90%	17,5%
HUEVO	6	0,77%	15%
LACTOSA (intolerancia)	5	0,64%	12,5%
OTROS	3	0,39%	7,5%
GLUTEN	6	0,77%	15%
PESCADO	2	0,26%	5%
TERNERA	2	0,26%	5%
LEGUMBRES	2	0,26%	5%
MARISCO	1	0,13%	2,5%
CACAO	1	0,13%	2,5%

El estudio revela que las frutas son los responsables más comunes de las alergias alimentarias en niños, seguidos muy cerca por las causadas por la proteína de la leche.

Cuando comparamos los resultados de las encuestas en las dos localidades estudiadas (Mérida y Córdoba) teniendo en cuenta únicamente a los sujetos alérgicos se aprecia una mayor incidencia de alergias alimentarias en el medio urbano.

El estudio reveló diferencias en los porcentajes de alérgicos dependiendo de la edad del niño, como se puede ver en la tabla 4 en la cual se pone de manifiesto la disminución de casos al pasar de infantil a primaria.

Tabla 4: Porcentajes de alergias alimentarias sobre las totales, según la etapa de educación.

	Total alérgicos	Alérgicos alimentarios	Proporción
Infantil	31	15	48,4%
Primaria	128	25	19,5%

Para conocer la influencia de factores hereditarios en el desarrollo de alergias, se incluyó en el cuestionario preguntas relativas tanto a los padres como a los hermanos del alumno en cuestión y los resultados aparecen en la figura 2.

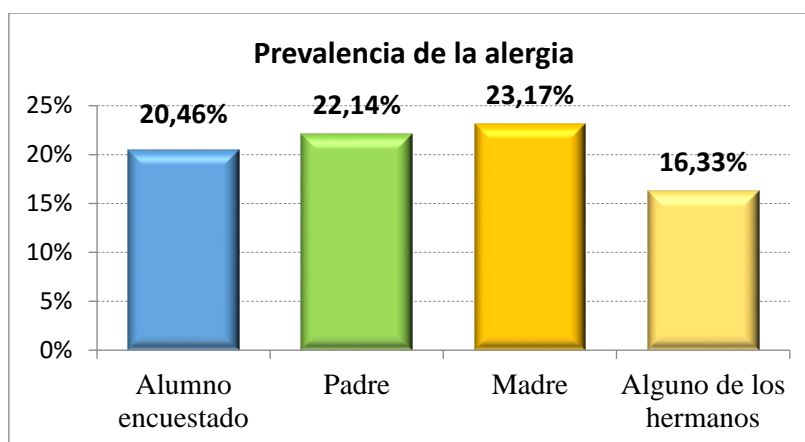


Figura 2: Prevalencias de alergias según el parentesco con el encuestado

Se estudió también las edades en las que las alergias fueron detectadas y el resumen de los datos aparece en la tabla 5.

Tabla 5. Edad media de detección de la alergia dependiendo del tipo de alérgeno.

TIPO DE ALERGIA	EDAD MEDIA DE DETECCIÓN
Total alergias	4,11 años
Polen	5,25 años
Alimentos	2,21 años
Medicamentos	2,77 años
Piel atópica	0,79 años
Pelo de animal	6,00 años
Picaduras	3,58 años
Hongos	4,47 años
Ácaros	4,63 años

Finalmente, nos interesó conocer la evolución del proceso alérgico en el niño con el paso de los años, y los resultados aparecen en la tabla 6. Curiosamente, la aplicación de tratamientos para el proceso no mejora la prognosis del niño.

Tabla 6. Remisión de los procesos alérgicos con el paso del tiempo

TIPO DE ALERGIA	CASOS DE DESAPARICIÓN	PORCENTAJE DE DESAPARICIÓN
Polen	4	4,82%
Alimentos	9	23,08%
Medicamentos	3	23,08%
Piel atópica	3	18,75%
Pelo de animal	0	0%
Picaduras	0	0%
Hongos	0	0%
Ácaros	0	0%

CONCLUSIONES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

- La prevalencia puntual en la muestra de niños encuestados es de un 20,46%.
- Los tipos de alergia más comunes son la alergia al polen, con un prevalencia de un 10,7%, y la alergia a los alimentos, con un 5,1%. El resto no supera el 2,1%.
- Un 24,5% de los alumnos alérgicos padecen más de un tipo de alergia: un 17% a dos tipos, un 5% a tres y un 2,5% a cuatro tipos de sustancias.
- Centrándonos en las alergias alimentarias, los alimentos más alérgenos son algún tipo de fruta (22,5%), proteínas de la leche (20%), algún fruto seco (17,5%), huevo y gluten con (15%), y la intolerancia a la lactosa (12,5%).
- Además, un 10% de los alérgicos alimentarios es sensible a dos clases de alimentos distintos, y un 5% a cinco tipos de alimentos.
- Hay una mayor incidencia de alergias alimentarias en el entorno urbano.
- Considerando la etapa de Educación que se encuentre cursando el niño, los tipos y prevalencias de las alergias serán muy distintos: en el 2º ciclo de Infantil hay muchos menos niños alérgicos que en Primaria (13,1% frente a 23,7%); sin embargo, con las alergias de tipo alimentario se invierte esta tendencia (6,36% en Infantil frente a 4,62% en Primaria).

COMENTARIO FINAL

El proyecto de investigación ha resultado una herramienta útil a nivel formativo del alumno, proporcionándole la oportunidad de diseñar e implementar un proyecto original. Adicionalmente, ha permitido el aprendizaje de métodos de estudio estadístico para analizar los resultados. Pero sobre todo, ha proporcionado un instrumento para ejercitar su creatividad en la resolución de problemas reales y la posibilidad de sacar conclusiones de relevancia de los resultados obtenidos, ambas habilidades necesarias para abrirse camino en el complejo mundo laboral del siglo XXI.

En cuanto a los resultados científicos del proyecto, cabe resaltar que aparecen en concordancia con los datos de nuestros estudios bibliográficos sobre el tema, una vez más, validando el método utilizado.

BIBLIOGRAFÍA

- Baeza Ochoa De Ocariz, M^a L. (2012). Los agentes causantes de las enfermedades alérgicas. Libro de las Enfermedades Alérgicas. Fundación BBVA.
- Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. The Clearing House: *Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39-43.
- Colás Sanz, C. (2012). Importancia actual de las enfermedades alérgicas. Libro de las Enfermedades Alérgicas. Fundación BBVA. Editorial Nerea, SA.
- Iwamoto, D. H., Hargis, J., Vuong, Ky. (2016). The Effect of Project-Based Learning on Student Performance: An Action Research Study. *International Journal for Scholarship of Technology Enhanced Learning*, 1 (1), 29-33.
- Martín Esteban, M. (coord.) *et al*, (2007). Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre alergias alimentarias. *Revista del comité científico* (5), 19-76.
- Zubeldía Ortuno, J.M. (dir.) *et al*, (2012). Libro de las enfermedades alérgicas de la fundación BBVA. Bilbao, editorial Nerea, S.A.

Zugasti Murillo, A. (2009). Intolerancia alimentaria. *Endocrinología y Nutrición*, 56, (5), 241-242.

Uso de TIC para el manejo de información digital por parte de alumnos de Física y Química de nivel de E.S.O en la Región de Murcia (España)

Valverde-Crespo, D.,¹ De Pro, A.,² González-Sánchez, J.³

¹Programa de Doctorado en Educación. ²Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación. ³Departamento de Química-Física. Facultad de Química. Universidad de Murcia.

daniel.valverde@um.es

RESUMEN

Investigaciones previas señalan que internet se ha convertido en la primera fuente de información científica en España. Por ello, esta comunicación describe un estudio de encuesta en el que se indaga acerca de qué recursos digitales y páginas web utilizan como fuente de información los alumnos de 3º y 4º de ESO de Física y Química de la Región de Murcia y para qué tipo de tareas escolares los utilizan en relación con la asignatura y con el consumo de información digital. Además, se indaga acerca de cómo valoran internet como fuente de información científica. Los resultados describen a los participantes como usuarios activos de recursos digitales y webs para la búsqueda de información sobre la asignatura, y especialmente como recurso para resolver las dudas generadas en clase, revisar información para trabajos bibliográficos y compartir y descargar documentos y enlaces con sus docentes.

Palabras clave

Educación Secundaria Obligatoria, TIC, Información Digital, Enseñanza de las Ciencias.

INTRODUCCIÓN.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) forman parte de la vida de nuestros alumnos desde prácticamente su nacimiento y durante todo su desarrollo, siendo por ello una generación denominada como "*nativos digitales*", tal y como indica Monereo (2009). De esta manera, las TIC están integradas en sus actividades de comunicación, de relaciones sociales, de búsqueda de información, de resolución de tareas..., desde edades cada vez más tempranas, lo que hace que sean consideradas como un elemento educativo crucial desde diversos puntos de vista. Desde un punto de vista informacional, Internet se ha convertido en el principal recurso pues permite el acceso a una cantidad ingente de todo tipo de información de forma inmediata y desde cualquier lugar. Este hecho no está exento de contrapartidas ya que, como expone Monereo (2005), son varios los riesgos o limitaciones a tener en cuenta desde la posición de los educadores, tales como la enorme cantidad de información basura, la información con fines comerciales, las dudas sobre la fiabilidad de las fuentes, la actualidad de las fuentes, la necesidad de aprender estrategias de búsqueda de información en red, la necesidad de aprender a discriminar y filtrar la información, entre otros, por lo que es necesario incidir en la necesidad de formar ciudadanos que sean capaces de consumir información digital de forma crítica y reflexiva.

Esta postura es compartida en trabajos como el de Ananiadou y Claro (2009), que consideran la formación informacional en el marco de la OCDE dentro del contexto digital como una de las competencias clave del siglo XXI a desarrollar en los alumnos para la formación de ciudadanos autónomos y críticos capaces de afrontar problemas relativos al trabajo con información.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

Las consideraciones realizadas en la introducción de este trabajo, nos llevan a preguntarnos qué hábitos de uso de TIC y de consumo de información de Internet presentan nuestros alumnos de Física y Química de educación secundaria cuando buscan información relativa a esta materia. En base a lo anterior podemos formular tres problemas de investigación diferentes.

Primer problema: ¿Qué recursos digitales y páginas web utilizan un grupo de alumnos de 3º y 4º de ESO de la Región de Murcia para buscar y seleccionar información de carácter científico relacionada con la materia de Física y Química?

Segundo problema: ¿Para qué tareas relacionadas con la materia Física y Química utilizan internet como fuente de información un grupo de alumnos de 3º y 4º de ESO de la Región de Murcia?

Tercer problema: ¿Cómo perciben el uso que hacen de internet como fuente de información científica relacionada con la materia Física y Química un grupo de alumnos de 3º y 4º de ESO de la Región de Murcia?

REVISIÓN DE APORTACIONES.

Los modos de acceder a la información científica han cambiado en la última década tal y como se observa en el estudio realizado por Revuelta y Corchero (2015) donde se describe la evolución longitudinal de los resultados de las sucesivas ediciones de la *Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología* realizadas por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Los resultados muestran un ascenso de Internet a lo largo de la última década hasta convertirse en la primera fuente de información científica utilizada, frente a la caída de uso de otras fuentes tales como la televisión, la prensa de pago o los libros. Además, esta tendencia ascendente de Internet, compartida en todos los grupos de edad en los que se estratifica la encuesta, es especialmente creciente en el grupo de menores de 25 años (de 14 a 25 años).

Desde la didáctica de las ciencias, esta irrupción de las tecnologías como herramientas informativas ha sido tratada en trabajos como el de Garritz (2010), que considera a las TIC como uno de los paradigmas de la enseñanza de las ciencias actual y para las próximas décadas por su potencialidad para cambiar la metodología en las aulas de ciencias y por el fuerte impacto y uso que los alumnos hacen de ellas. De esta manera, el desarrollo de habilidades y actitudes para el manejo de información científica procedente de Internet ha sido considerado por Pedrinaci (2012) un elemento clave en la formación de ciudadanos que dispongan de un cierto grado de competencia científica para poder afrontar y resolver problemas personales, profesionales y sociales en contextos socio-científicos.

Esta creciente consideración de las tecnologías como elemento educativo, concretamente en el ámbito de las ciencias, ha hecho que en los últimos años hayan surgido trabajos de investigación donde se presta atención a la introducción de las TIC en las aulas de ciencias y a la formación de competencias en búsqueda, selección y análisis de la información.

Trabajos como Ardura y Zamora (2014) o Marzo y Monferrer (2015) se valen del uso de herramientas tales como plataformas virtuales para la materia de Física y Química (Moodle, Webquest...) donde incluir y compartir información digital con los alumnos, entre otros muchos contenidos. Desde esta perspectiva, es el profesor el que previamente actúa de filtro frente al inmenso volumen de información en red sobre la temática que se esté tratando en cada momento, y es por ello el encargado de difundir dicha información entre los alumnos. Las ventajas de estas herramientas radican en la mejora de la actividad docente al poder planificar y compartir de forma más eficiente e inmediata la información y recursos con sus alumnos y en el fomento del trabajo autónomo de los mismos mediante el trabajo con el aula virtual y los contenidos y actividades que contengan.

Otros trabajos como el de Franco, Blanco y España (2014) apuestan por el diseño de actividades enmarcadas en contextos socio-científicos (como la salud bucodental) en las que se haga necesario para su resolución buscar, seleccionar y analizar de forma objetiva y crítica la información disponible en Internet. Para ello, los docentes previamente aportan a los alumnos criterios objetivos para poder discriminar información científica de internet en función de su fiabilidad y calidad, tales como los discutidos por Fornás (2003). Se pretende así que los alumnos desarrollen capacidades para analizar y valorar información, y seleccionarla según su calidad, su relevancia y la adecuación a la tarea que estén desarrollando. Esta forma de trabajar permite el desarrollo de procedimientos y actitudes propios de la metodología científica en los alumnos que serán útiles para su desarrollo como individuos competentes o como formación inicial para una futura formación científica más específica.

De forma general, los antecedentes consultados valoran de forma positiva el uso de las TIC en las aulas de ciencias y en las actividades propuestas para los alumnos. Además, se observa cómo la introducción de las mismas en el diseño y planificación de unidades didácticas implica cambios en la metodología empleada, haciendo más activo y autónomo al alumno.

MARCO EMPÍRICO.

Participantes y contexto.

El estudio presentado fue llevado a cabo en un total de cinco centros de enseñanza secundaria pertenecientes al término municipal de Murcia, ubicados en zonas de nivel socio-económico medio-alto.

Los participantes pertenecen a los niveles de 3º y 4º de ESO (14-16 años) y todos cursan la materia de Física y Química. En el estudio han participado un total de 236 alumnos y alumnas distribuidos en los cinco centros de educación secundaria en los que se llevó a cabo la investigación.

Además, el total de los participantes puede sub-dividirse en tres grupos:

- Participantes de 3º ESO-Digital ($N_1=79$ participantes): Los participantes de esta sub-división son alumnos inscritos desde 1º curso de ESO en el Proyecto Enseñanza XXI de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Este programa tiene como propósito la introducción de recursos digitales educativos y de las TIC en el desarrollo de la actividad docente. Su inscripción es voluntaria por parte de los centros y el primer curso de su implantación fue el 2013/2014, por lo que estos participantes forman parte de la primera promoción que se cursa en el marco de este proyecto (BORM, 2014). De esta forma los participantes de esta sub-división forman parte de grupos en los que se ha suprimido el libro de

texto en formato papel, cambiándolo en su lugar por un dispositivo electrónico propio (tablet, portátil...) donde se trabaja con libros en formato digital y otros recursos. La inscripción de los participantes a estos grupos es voluntaria por parte de las familias.

- Participantes de 3º ESO (N₂=47 participantes): Se trata de grupos de alumnos de 3º ESO en un marco de una enseñanza tradicional que no están inscritos en el proyecto de Enseñanza XXI. En sus aulas se encuentran dispositivos tecnológicos tales como una pizarra digital y un ordenador en el pupitre del docente.
- Participantes de 4º de ESO (N₃=110 participantes): A esta sub-división pertenecen alumnos de nivel de 4º de ESO que han desarrollado toda esta etapa educativa en un marco tradicional. Estos alumnos comenzaron la ESO antes de la implantación del proyecto Enseñanza XXI. En sus aulas se encuentran dispositivos tecnológicos tales como una pizarra digital y un ordenador en el pupitre del docente.

Instrumentos de recogida de información.

Se ha llevado a cabo la realización de un cuestionario cerrado que fue usado como instrumento de recogida de información para el presente estudio.

La primera parte del cuestionario contiene tres preguntas de escala nominal que pretenden definir a los participantes como usuarios de recursos digitales indagando acerca de cuáles son los recursos digitales de que disponen, si tienen conexión a internet en sus domicilios y cuánto tiempo al día están utilizando los recursos digitales que tienen. En segundo lugar se pregunta a los participantes para qué tareas utilizan los recursos digitales en sus clases de Física y Química, se propone una serie de opciones y se da la opción de responder “Sí” o “No” en cada uno de ellos. En tercer lugar se incluyen una serie de ocho preguntas (cinco de escala nominal y tres de escala ordinal) que pretenden indagar acerca de qué, cuándo y para qué usan los recursos digitales e internet para realizar tareas de relacionadas con Física y Química fuera del aula.

DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

Los resultados obtenidos se recogen de forma parcial en las tablas 1 y 2. Se ha calculado en forma de porcentaje la frecuencia de cada tipo de respuestas en los participantes de las tres sub-divisiones antes mencionadas y se realizó un análisis de la incidencia de las respuestas de forma cualitativa.

Los resultados de las tres primeras cuestiones muestran que los participantes disponen de cantidad y variedad de recursos digitales para poder utilizarlos cuando consideren oportuno. Se ha obtenido que el porcentaje de respuestas de alumnos que afirman tener Smartphone es siempre superior al 86% en los tres grupos. De forma similar, las respuestas de participantes que afirman tener portátil y tablet son siempre superiores al 72% y al 59% en cada grupo. Además, en términos de conjunto el 98% de las respuestas totales obtenidas de los participantes indican que disponen de conexión a Internet en sus domicilios. Por último, las respuestas de la cuestión tercera se recogen en la tabla 1; en ella se observa que en los tres grupos la mayoría de respuestas señalan que usan dichos recursos digitales “*más de dos horas al día*”.

La cuestión número cuatro pretendía indagar acerca de cuáles son los cometidos para los que suelen utilizar las TIC en las aulas de Física y Química. Para esta cuestión en los grupos de 3º de ESO-Digital se obtiene mayor frecuencia de respuestas para todos los tipos de respuestas que se proponen (ver tabla 1).

Tabla 10. Porcentaje de respuestas obtenidas en las cuestiones número 3 y 4.

	3ºESO DIGITAL	3º ESO	4º ESO
Cuestión 3 - ¿Cuánto tiempo al día pasas utilizando los recursos digitales de que dispones?			
Menos de una hora	1%	12%	4%
Entre una y dos horas	23%	26%	37%
Más de horas	76%	62%	59%
Cuestión 4 - ¿Para qué utilizáis las nuevas tecnologías durante las clases de Física y Química? (Selecciona todas las que necesites).			
Seguir el libro de texto (digital)	84%	0%	4%
Buscar información en Internet	87%	40%	56%
Resolver problemas con la ayuda de Internet	65%	15%	35%
Ver vídeos	63%	11%	40%
Leer textos	85%	15%	35%
Compartir y descargar documentos	87%	11%	55%

La quinta cuestión preguntaba a los participantes si a la hora de buscar información que les será necesaria para poder realizar alguna tarea sobre Física y Química, la primera opción a la que recurren es a Internet. En el grupo de 3ºESO-Digital el 75% de las respuestas obtenidas indican que “Sí”, mientras que en los grupos de 3º ESO y 4º de ESO el porcentaje de respuestas obtenidas de forma afirmativa es el 64% en ambos grupos.

Los resultados relativos a la cuestión número seis se recogen en la tabla 2, y en ella se indaga a la frecuencia con la que usan las TIC para ayudarse en sus tareas de Física y Química. En ella obtenemos que la respuesta más frecuente en los alumnos de 3º ESO-Digital es “entre tres y cinco veces por semana” (37%), a diferencia de los grupos de 3º ESO y 4ºESO donde es “menos de una vez a la semana” (40% y 38% respectivamente).

La cuestión número siete indaga acerca de para qué utilizan las TIC fuera de las aulas de Física y Química cuando se ayudan de ellas para resolver sus tareas (ver tabla 2). De nuevo en este caso los porcentajes de respuestas obtenidas son mayores en todos los casos para el grupo de 3ºESO-Digital frente a los grupos de 3º ESO y 4º ESO tradicionales, especialmente para “descargar documentos que da el profesor en el aula virtual”, “buscar información para resolver dudas que surgen” y “buscar información para hacer trabajos” (alrededor del 90% de las respuestas obtenidas).

En cuanto a la cuestión número ocho se preguntaba a los participantes que webs eran las que habitualmente utilizaban para buscar información relacionada con la materia Física y Química. Las respuestas obtenidas señalan de forma global que Wikipedia es la web que más utilizan para conseguir información sobre la asignatura (alrededor del 81%), seguida de Youtube (62% de las respuestas) y de la web “el rincón del vago” (34%). En el caso de los participantes de 3º ESO-Digital es especialmente elevado el porcentaje de respuestas obtenidas en cuanto a la opción “Aula Virtual del centro” (53%).

Tabla 11. Porcentaje de las respuestas obtenidas en las cuestiones 6 y 7.

	3°ESO-DIG	3° ESO	4° ESO
Cuestión 6 - ¿Con qué frecuencia utilizas las nuevas tecnologías para realizar tareas de Física y Química en casa?			
Diariamente	29%	9%	8%
Entre tres y cinco veces por semana	37%	2%	9%
Una vez a la semana	24%	19%	25%
Menos de una vez a la semana	8%	30%	19%
Menos de una vez al mes	2%	40%	38%
Cuestión 7 - ¿Para qué utilizas las nuevas tecnologías fuera del aula para ayudarte con la asignatura de Física y Química? (Selecciona tantas como necesites)			
Buscar información para completar apuntes	72%	38%	55%
Buscar información para resolver dudas	89%	57%	74%
Buscar información para hacer trabajos	90%	77%	77%
Para buscar problemas y ejercicios resueltos	58%	13%	46%
Para buscar más cantidad de ejercicios y problemas	40%	6%	39%
Para descargar documentos que proporciona el profesor	92%	13%	45%

Las razones más frecuentes para seleccionar páginas web con el fin de obtener información que necesiten para Física y Química (cuestión nueve) son de forma global: “que sean webs fiables” (87%), seguido de “que sean webs recomendadas por un adulto o profesor” (70%) y que “sean webs que tengan información sobre cualquier tema que esté buscando” (69%).

La cuestión número diez preguntaba si consideraban la información de internet más o menos fiable que la de su libro de texto por medio de una escala ordinal entre el extremo 1 (*Internet es muchísimo menos fiable de texto*) y el extremo 5 (*Internet es muchísimo más fiable que el libro de texto*). En los grupos de 3° ESO-Digital la respuesta más recogida fue la posición “3” de la escala “*son igualmente fiables*” (53%), seguida de la posición “2” “*Internet es menos fiable que el libro de texto*” (35%). En los grupos de 3°ESO la respuesta más frecuente fue también la posición “3” (45%), seguido de la posición “2” (36%) de la escala, mientras que en los grupos de 4° ESO se obtuvo como respuesta más repetida la opción “2” de la escala (53%), seguida de la posición “3”(35%).

La penúltima cuestión (número once) preguntaba a los participantes por medio de una escala ordinal entre los extremos 1 (*Nunca*) y 5 (*Siempre*), si cuando buscan información sobre Física y Química en Internet, comparaban entre varias webs antes de seleccionar una concreta. Las respuestas más frecuentes fueron las siguientes:

- En 3° ESO-Digital la posición “4” de la escala fue la más respondida (47%), seguida de la opción “3” (29%).
- En 3° ESO la respuesta con mayor porcentaje fue la posición “3” (38%), seguida de la posición “4” (23%).
- En 4° ESO la respuesta más recogida fue “3” (33%), seguida de la “4” (25%).

La última cuestión pregunta a los participantes si al utilizar una información de internet para resolver una tarea de Física y Química, “*la copian de forma literal*” (extremo 1) o la “*re-elaboran con sus palabras*” (extremo 5). La posición “4” de dicha escala fue la opción

más recogida en las respuestas de los grupos de 3º ESO-Digital y 4º ESO (46% y 37% respectivamente), mientras que en los grupos de 3º ESO la más recogida fue la posición “3” (38%), seguida de la posición “4” (19%).

CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos del cuestionario cerrado nos permiten establecer una serie de conclusiones preliminares respecto a los interrogantes objeto de nuestra investigación.

Respecto al *primer problema*, que interrogaba acerca de qué recursos y webs utilizaban los participantes, podemos afirmar que utilizan gran variedad de recursos digitales (smartphones, portátiles, tablets...) y que son usuarios activos de los mismos puesto que los resultados más frecuentes indicaban que los usan diariamente durante más de dos horas. Respecto a las webs más utilizadas, aquellas que han sido más seleccionadas para buscar información sobre Física y Química (*Wikipedia, Youtube, Rincón del vago*), tienen en común que son páginas web que permiten un acceso rápido, fácil y gratuito a información que a los participantes les interesa para resolver diversas tareas escolares. Cabe mencionar que en los grupos de 3º ESO-Digital los participantes afirman de forma frecuente utilizar el aula virtual del centro, y esto es así porque, como se comentará posteriormente, utilizan esta herramienta para recibir documentos, actividades o links que proporcionan sus docentes.

Respecto al *segundo problema*, que pregunta acerca del para qué tareas relacionadas con la materia Física y Química utilizaban los recursos digitales y las webs, en primer lugar se ha de señalar que obtenemos perfiles de usuario diferentes según los alumnos sean de grupos digitales o no digitales, puesto que los porcentajes de uso en todas las categorías (tanto dentro como fuera de las aulas) del cuestionario son superiores en los grupos digitales frente a los grupos no digitales (cuestiones cuarta y séptima), y además afirman utilizarlos de forma más frecuente como ayuda para resolver sus tareas fuera del aula (cuestión sexta). En segundo lugar, los participantes usan principalmente Internet como fuente de información para resolver dudas que les surgen de la materia y para la realización de trabajos bibliográficos. Además, en los grupos digitales hay una fuerte presencia de uso del aula virtual del centro como herramienta para descargar y compartir documentos o información.

Respecto al *tercer problema*, que pretendía indagar acerca de cómo perciben los participantes sus hábitos de uso de TIC y de consumo de información científica de Internet, podemos concluir en primer lugar que los participantes afirman utilizar webs que seleccionan por criterios de fiabilidad o recomendación de un adulto o profesor principalmente y, de forma general, afirman que tienen hábitos de comparar la información de distintas webs y re-elaborarla cuando van a utilizar en alguna tarea. Sin embargo, esta cuestión parece no estar de acuerdo con las webs que más seleccionan en sus respuestas (*Wikipedia, Rincón del vago, Youtube...*) pues en ocasiones es cuestionada su fiabilidad y su utilidad por parte del profesorado. Por ello, se puede inducir de estas respuestas que los participantes son conscientes de los riesgos y de los buenos hábitos que se debe tener al trabajar con información de internet, pero no podemos determinar si al realizar una tarea concreta siguen o no esos hábitos.

Por último, como limitación de la presente comunicación, se quiere destacar que las conclusiones aquí expuestas son preliminares puesto que este estudio forma parte de una investigación en curso mucho más amplia y que hace uso de un mayor número de instrumentos de recogida de información y experiencias para triangular la información obtenida.

BIBLIOGRAFÍA

Ananiadou, K. y Claro, M. (2009). 21st Century Skills and Competences for New Millenium Learners in OECD Countries. *OECD Education Working Papers*, 41. <http://dx.doi.org/10.1787/218525261154>

Ardura, D. y Zamora, A. (2014). ¿Son útiles los entornos virtuales de aprendizaje en la enseñanza de las ciencias secundaria? Evaluación de una experiencia en la enseñanza y el aprendizaje de la relatividad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(1), 83-93. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/15714>

BORM. (2014). Resolución de 28 de marzo de 2014, de la dirección general de recursos humanos y calidad educativa, para la adscripción de Centros Educativos al Proyecto “Enseñanza XXI” durante el curso 2014-2015. Murcia: CARM.

Fornás, R. (2003). Criterios para evaluar la calidad y fiabilidad de los contenidos en Internet. *Revista Española de Documentación Científica*, 26(1), 75-80.

Franco-Mariscal, A. J.; Blanco-López, A. y España-Ramos, E. (2014). El desarrollo de la competencia científica en una unidad didáctica sobre la salud bucodental. Diseño y análisis de tareas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 649-667.

Garritz, A. (2010). La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 315-326.

Marzo, A. y Monferrer, L. (2015). Pregúntate, indaga y a la vez trabaja algunas competencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 198-211. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/16933>

Monereo, C. (2005). Internet, un espacio idóneo para desarrollar las competencias básicas. En Monereo, C. (coord.) *Internet y competencias básicas: aprender a colaborar, a comunicarse, a aprender*, (pp. 5-26). Barcelona: Graó.

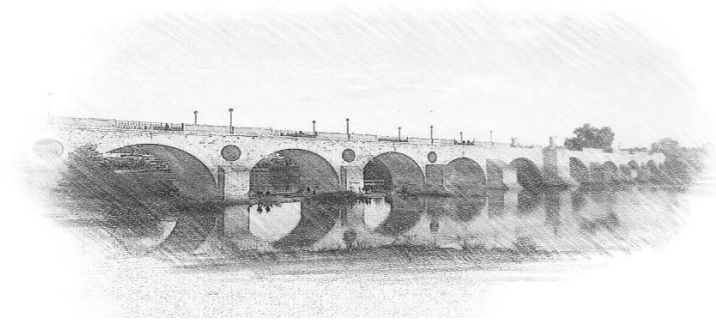
Monereo, C. (2009). Competencia digital: para qué, quién, dónde y cómo debe enseñarse. *Aula de Innovación Educativa*, 181, 9-12.

Pedrinaci, E. (2012). El ejercicio de una ciudadanía responsable exige disponer de cierta competencia científica. En Pedrinaci, E. (coord.) *Once ideas clave: El desarrollo de la competencia científica*, (pp. 15-35). Barcelona: Graó.

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, BOE, nº 3, de 3 de enero de 2015. <http://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>

Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria, BOE, nº 5, de 5 de enero de 2007. <https://www.boe.es/boe/dias/2007/01/05/pdfs/A00677-00773.pdf>

Revuelta, G. y Corchero, C. (2015). Acceso a la información sobre ciencia y tecnología: evolución e implicaciones. En Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (coord.) *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2014*, (pp. 99-130). Madrid: FECYT.



Mesa redonda 1

Financiación y publicación de la investigación

Vicente Mellado Jiménez (Universidad de Extremadura.
Coordinador)

Ana María Abril Gallego y Marta Romero (Universidad de Jaén)

Pedro G. Rocha dos Reis (Universidad de Lisboa)

José María Oliva Martínez (Universidad de Cádiz)

Ayudas a la investigación en didáctica de las ciencias experimentales en programas estatales

Mellado, V.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas.
Universidad de Extremadura.*

vmellado@unex.es

RESUMEN

En la mesa redonda se revisarán distintos programas de ayudas del Plan Nacional, que pueden financiar diferentes actividades de investigación en didáctica de las ciencias experimentales, tales como proyectos de investigación de excelencia y de retos, becas de formación del profesorado universitario, estancias académicas internacionales y contratos de investigación. También se informará de los criterios que se aplican en los procesos de selección, así como de las agencias o comisiones encargadas de la evaluación.

Palabras clave

Ayudas estatales a la investigación, proyectos de investigación, becas, contratos, estancias.

INTRODUCCIÓN

La investigación en didáctica de las ciencias experimentales ha tenido un crecimiento continuado en España, desde su institucionalización en los años ochenta, consolidándose una comunidad científica de investigadores, que ha generado un cuerpo teórico de conocimientos específicos, y cuyos resultados se encuentran en numerosas revistas especializadas del máximo nivel en las bases de datos internacionales. Para que la investigación en didáctica de las ciencias experimentales alcance un nivel de excelencia necesita contar con equipos con una sólida trayectoria y con una financiación estable que permita una programación a medio y largo plazo de sus líneas de investigación.

Las distintas acciones relacionadas con la financiación de la investigación son evaluadas en convocatorias competitivas por distintas Agencias, especialmente la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP), la ANECA y/o por las comisiones de expertos ministeriales. Estas Agencias tienen como objetivo aumentar la calidad científica, la competitividad y la internacionalización de las acciones.

Sin embargo, como señala Caride Gómez (2011), para que los procesos de evaluación tengan credibilidad y reconocimiento entre los propios investigadores, es necesario clarificar tres aspectos: a) la selección-designación de los expertos evaluadores; b) la información relativa al proceso y a su orientación normativa; y c) la identificación y aplicación de los criterios de evaluación.

En la ponencia nos centraremos en los dos últimos puntos, informar de diversas convocatorias de acciones de investigación de planes estatales (proyectos de investigación de excelencia y de retos, becas de formación del profesorado universitario, estancias académicas internacionales y contratos de investigación), así como de los criterios que se aplican en los procesos de selección y de las agencias o comisiones encargada de la evaluación.

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DEL PLAN ESTATAL

Los proyectos son convocados anualmente por la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación, del actual Ministerio de Economía y Competitividad (última convocatoria en el BOE de 14 de marzo de 2016).

Se distinguen dos tipos de proyectos: de tipo A, dirigidos por investigadores jóvenes, y de tipo B, que es la modalidad general. Ambos tipos podrán estar dirigidos por uno o dos investigadores principales, y podrán realizarse bajo las modalidades de proyecto individual, con un equipo de investigación, o proyecto coordinado, formado por varios subproyectos cada uno de los cuales contará con un equipo de investigación. En todos los casos el plazo de ejecución es de 3 o 4 años y excepcionalmente de dos. Actualmente existen dos convocatorias con bases casi idénticas: proyectos de Excelencia, sin orientación temática predeterminada, y proyectos orientados a los Retos de la Sociedad en los siguientes campos:

- 1) Salud, cambio demográfico y bienestar.
- 2) Seguridad, calidad alimentaria; actividad agraria productiva y sostenible; sostenibilidad de recursos naturales, investigación marina y marítima.
- 3) Energía segura, eficiente y limpia.
- 4) Transporte inteligente, sostenible e integrado.
- 5) Acción sobre el cambio climático y eficiencia en la utilización de recursos y materias primas.
- 6) Cambios e innovaciones sociales.
- 7) Economía y sociedad digital.
- 8) Seguridad, protección y defensa.

La experiencia indica que la mayoría de los proyectos de didáctica de las ciencias experimentales que solicitan la convocatoria de Retos de la Sociedad, lo hacen al reto 6 sobre cambios e innovaciones sociales

Los criterios de evaluación, tanto en la convocatoria de Excelencia como en la de Retos, son los siguientes.

- a) Calidad científico-técnica, relevancia y viabilidad de la propuesta.
- b) Calidad, trayectoria y adecuación del equipo de investigación.
- c) Impacto científico-técnico o internacional de la propuesta.

La diferencia está en los porcentajes de valoración. Para los proyectos de Excelencia los porcentajes de los tres criterios anteriores son del 60% para el criterio a, del 30% para el b y del 10% para el c. Para los proyectos Retos de la Sociedad los porcentajes de los tres criterios anteriores son del 50% para el criterio a, del 30% para el b y del 20% para el c.

Los proyectos tienen una doble evaluación: a) por un mínimo de dos expertos del área, designados por la Comisión de Ciencias de la Educación de la ANEP; b) por dos expertos del área de una Comisión Técnica de la Subdirección General de Proyectos de Investigación del Ministerio. De este modo cada proyecto es evaluado por un mínimo de cuatro expertos del área, que pueden ser más en caso de discrepancias.

Al final del proceso la Subdirección General de Proyectos de Investigación elabora una relación priorizada, basándose exclusivamente en las evaluaciones de los expertos, en la que el corte depende del presupuesto anual. La evaluación, tanto literal como numérica de los proyectos, se encuadra en las siguientes categorías:

- Excelentes (A), con puntuación mayor o igual a 4 puntos.

Buenos (B), con puntuación menor a 4 y mayor o igual a 3 puntos.

Cuestionables (C), con puntuación mayor a 3 y menor o igual a 2 puntos

No recomendable (D), con puntuación menor de 2 puntos.

Suelen financiarse los A y los mejor puntuados de los B. Para los proyectos evaluados como buenos (B), pero que no alcanzan para ser financiados, los investigadores pueden autorizar que se transfiera la evaluación a la comunidad autónoma de origen, para facilitar su financiación en las convocatorias regionales. En la práctica esto es potestativo de las comunidades: unas aceptan la evaluación del Plan Estatal y otras no las consideran.

Los proyectos pueden solicitar becas asociadas para la Formación de Personal Investigador (FPI), que suelen concederse a los proyectos valorados como excelentes (A)

AYUDAS DE INVESTIGACIÓN PARA LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO UNIVERSITARIO (FPU)

Estas ayudas son convocadas anualmente por la Secretaría de Estado de Educación, Formación Profesional y Universidades (última convocatoria en el BOE de 27 de noviembre de 2015), y están destinadas a la formación investigadora en programas de doctorado para la consecución del título de Doctor/ra y la adquisición de competencias docentes universitarias en cualquier área del conocimiento científico, que faciliten la futura incorporación de los beneficiarios al sistema español de educación superior, y de investigación científica.

Esta convocatoria se refiere a las antiguas de Becas Predoctorales (FPU), actualmente denominadas Contratos Predoctorales. Tienen una duración máxima de cuatro años y de seis años en casos de discapacidad.

Los solicitantes deben acreditar que se encuentran en posesión del título de grado y que están matriculados en un programa de doctorado en una universidad española en el momento de presentación de las solicitudes. Alternativamente podrán acreditar que en el momento de presentación de las solicitudes se encuentran en posesión del título de máster o están matriculados en un máster universitario oficial que de acceso a un programa de doctorado (Art. 6 de la convocatoria). Cada convocatoria establece la fecha de obtención del Grado o Licenciatura, a partir de la cual puede solicitarse la ayuda, así como la nota mínima de los solicitantes para cada campo de conocimiento. Una vez superada esta fase, los criterios de selección para la evaluación de las solicitudes son los siguientes (hasta un máximo 6 puntos):

1. Interés del proyecto formativo (0-0.5)
2. CV del solicitante (0-2)
 - 2.1. Méritos curriculares (0-1)
 - 2.2. Méritos de formación complementaria (0-1)
3. Méritos Director (0-2.5)
 - 3.1. Méritos director (0-1.5)
 - 3.2. Capacidad de formación de doctores del director (0-1)
4. Actividad del grupo de investigación (0-1)

La evaluación de las solicitudes se efectúa mediante un procedimiento único por un Comité de Evaluación integrado por expertos de la ANECA que realiza y organiza su trabajo por las áreas científicas de la clasificación de la ANEP (Art. 26 de la convocatoria). En el caso de didáctica de las ciencias experimentales el área de la ANEP es la de Ciencias de la Educación.

CONTRATOS DE INVESTIGACIÓN RAMÓN Y CAJAL Y JUAN DE LA CIERVA

Estos contratos son convocados anualmente por la Secretaría de Estado Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación (última convocatoria en el BOE de 7 de diciembre de 2015), y están destinadas a financiar, incentivar e impulsar la inserción laboral de investigadores.

Las ayudas se concretan en las siguientes convocatorias:

a) Ayudas para contratos Ramón y Cajal.

El objetivo de estas ayudas es promover la incorporación de investigadores españoles y extranjeros con una trayectoria destacada en centros de I+D mediante, por una parte, la concesión de ayudas de una duración de cinco años para su contratación laboral y una financiación adicional para la ejecución de la actividad de investigación que se realice (Art. 19 de la convocatoria).

Los criterios de selección para los contratos Ramón y Cajal son los siguientes (art. 30 de la convocatoria):

- Méritos curriculares del candidato. Puntuación: de 0 a 80 puntos.
 - Contribuciones científicas: de 0 a 50 puntos.
 - Participación en actividad internacional: de 0 a 25 puntos.
 - Resto de méritos curriculares: de 0 a 5 puntos.
- Capacidad del candidato para liderar su línea de investigación: de 0 a 20 puntos.

b) Ayudas para contratos Juan de la Cierva-formación.

Las ayudas tienen como objetivo fomentar la contratación laboral de jóvenes doctores por un periodo de dos años con objeto de que los mismos completen su formación investigadora postdoctoral en centros de I+D españoles distintos a aquellos en los que realizaron su formación predoctoral (art. 39 de la convocatoria).

Los criterios de selección para los contratos Juan de la Cierva-formación son los siguientes (art. 47 de la convocatoria):

- Méritos curriculares del candidato. Puntuación: de 0 a 50 puntos.
 - Contribuciones científicas: de 0 a 25 puntos.
 - Participación en actividad internacional: de 0 a 20 puntos.
 - Resto de méritos curriculares: de 0 a 5 puntos.
- Historial científico-técnico del equipo en el que se integre: de 0 a 50 puntos.
 - Contribuciones científicas: de 0 a 25 puntos.
 - Participación en actividad internacional: de 0 a 20 puntos.
 - Resto de méritos curriculares: de 0 a 5 puntos.

c) Ayudas para contratos de personal técnico de apoyo a la I+D+I, en el ámbito del Subprograma Estatal de Incorporación.

El objetivo es la concesión de ayudas de una duración de tres años para la contratación laboral de personal técnico de apoyo en organismos de investigación destinados al manejo de equipos, instalaciones y demás infraestructuras de I+D+i a fin de incrementar y mejorar las prestaciones y rendimiento de las infraestructuras científico-tecnológicas.

d) Ayudas para contratos Juan de la Cierva-incorporación.

Tienen como objetivo fomentar la contratación laboral de jóvenes doctores por un periodo de dos años con objeto de que los mismos afiancen las capacidades adquiridas durante una primera etapa de formación posdoctoral

Los criterios de selección para los contratos Juan de la Cierva-Incorporación son los siguientes (art. 47 de la convocatoria):

- Méritos curriculares del candidato: de 0 a 50 puntos.
 - Contribuciones científicas: de 0 a 25 puntos.
 - Participación en actividad internacional: de 0 a 20 puntos.
 - Resto de méritos curriculares: de 0 a 5 puntos.
- Historial científico-técnico del equipo en el que se integre: de 0 a 50 puntos.
 - Contribuciones científicas: de 0 a 25 puntos.
 - Participación en actividad internacional: de 0 a 20 puntos.
 - Resto de méritos curriculares: de 0 a 5 puntos.

En todos los casos las solicitudes son informadas por un Comité técnico de la ANEP en cada campo de conocimiento (en el caso de didáctica de las ciencias experimentales es en el campo de Ciencias de la Educación) y evaluadas por una Comisión de Evaluación de la Dirección General de Investigación. Los candidatos seleccionados se incorporarán a los Centros de I+D en los plazos y condiciones que establece la convocatoria.

ESTANCIAS SALVADOR DE MADARIAGA Y JOSÉ CASTILLEJOS

Estas ayudas son convocadas anualmente por la Secretaría de Estado de Educación, Formación Profesional y Universidades (última convocatoria en el BOE de 29 de diciembre de 2015), y están destinadas a financiar las estancias de movilidad de profesores e investigadores en centros extranjeros de enseñanza superior e investigación. Se distinguen dos modalidades (art. 8 de la convocatoria):

Modalidad A. Estancias de profesores e investigadores sénior en centros extranjeros, incluido el programa «Salvador de Madariaga», dirigida al profesorado universitario y a investigadores con experiencia y trayectoria profesional acreditadas. En la última convocatoria el grado de doctor de los candidatos tiene que ser anterior a 1 de enero de 2005.

Modalidad B. Estancias de movilidad en el extranjero «José Castillejo» para jóvenes doctores. En la última convocatoria el grado de doctor de los candidatos tiene que ser posterior a 1 de enero de 2005.

En ambas modalidades las solicitudes serán evaluadas por el Comité del campo correspondiente de la ANEP (Ciencias de la Educación en el caso de didáctica de las ciencias experimentales).

Los criterios de valoración, con matizaciones para cada modalidad en el desarrollo de cada apartado, son los siguientes (art. 19 de la convocatoria):

- Méritos curriculares del candidato: de 0 a 3.5 puntos.
- Interés científico del proyecto: de 0 a 2 puntos.
- Viabilidad del proyecto: de 0 a 1 punto.
- Historial científico o docente del grupo receptor: de 0 a 1.5 puntos.
- Calidad del centro receptor en el área: de 0 a 1 punto
- Beneficios científicos de la estancia: de 0 a 1 punto.

REFLEXIÓN FINAL

El objetivo de esta ponencia en la Mesa Redonda de financiación y publicación de didáctica de las ciencias experimentales, ha sido informar de las distintas convocatorias, para estimular la participación de nuestros investigadores y potenciar la captación de fondos en el área. La financiación de las actividades del área en los planes estatales es aún comparativamente menor que en otras áreas más consolidadas, e incluso menor que en otras áreas de educación. Es necesario presentar más solicitudes a las acciones y proyectos estatales, para aumentar la financiación externa de la investigación en didáctica de las ciencias experimentales. Pero para que esta financiación se consiga hay que presentar solicitudes rigurosas, viables y competitivas, que se ajusten a los criterios de selección de las distintas convocatorias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caride Gómez, J. A. (2011). La evaluación-acreditación de la investigación en España: la experiencia de la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP). *Educar*, 47(1), 0165-179.

Internacionalizar investigaciones en Didácticas de las Ciencias Experimentales: proyectos europeos

Abril, A. M., Ariza, M. R.

Departamento de Didáctica de las Ciencias, Universidad de Jaén, Jaén

amabril@ujaen.es

RESUMEN

La investigación especializada y profunda en el ámbito de la educación científica tiene un camino fructífero y prometedor. Dicho camino a veces se puede ver obstaculizado por la falta de oportunidades de financiación, aspecto esencial para poder llevar a cabo estudios de ámbito internacional. En el presente trabajo se muestran algunos ejemplos de ayudas a proyectos de investigación a las que actualmente se puede optar si queremos investigar en educación científica; con el fin de ilustrar esta realidad, se resumen las acciones que se están realizando en el seno de dos proyectos europeos que actualmente se encuentra en desarrollo. Aspectos de tipo científico y/o administrativo podrán ser debatidos en la presentación del trabajo.

Palabras clave

Investigación en educación científica, proyectos europeos, aprendizaje por indagación, internacionalización de la investigación

La educación en general, y la alfabetización científica en particular, es una inversión eficiente en capital humano para alcanzar los niveles de crecimiento y empleo necesarios en sociedades basadas en el conocimiento, a la vez que fomenta la realización personal, la cohesión social y la ciudadanía activa (Diario oficial de la Unión Europea de 28 de mayo de 2009).

Le mejora en el ámbito educativo debe de partir de una profunda, consciente y eficiente investigación. La actividad científica en la actualidad es un bien preciado y un servicio a la sociedad; en concreto, la investigación en educación es crucial para desarrollar sociedades competentes, críticas, responsables y preparadas para afrontar los numerosos desafíos socioeconómicos, demográficos, medioambientales y tecnológicos actuales y futuros.

El abanico de posibilidades de financiación a la investigación educativa en didácticas específicas no es muy amplio, pero debemos de conocer todas las opciones que existen para que nuestras inquietudes en investigación no se vean abocadas al fracaso.

Una de esas posibilidades, que muy frecuentemente vemos lejana y casi utópica, es la financiación europea. Existen múltiples ventajas en la oportunidad de realizar nuestro trabajo con un equipo internacional de personas con las mismas inquietudes y dudas que nosotros. La principal ventaja, que en la actualidad económica no se puede menospreciar, es tener la opción de una fuente de financiación segura, además de crear una red de contactos competitivos, se colabora con organismos de prestigio (por lo que no solo se

crece a nivel científico, sino también a nivel de gestión), se tiene acceso a información privilegiada y a nuevos conocimientos, se incrementa la competitividad de nuestro grupo y/o líneas de investigación, a nivel institucional también resulta ventajoso puesto que se mejora la imagen institucional, y sobre todo, nuestro trabajo adquiere una dimensión internacional.

La internacionalización de nuestro trabajo es una ventaja primordial cuando se participa en proyectos europeos, aunque debemos ser conscientes de que participar en una convocatoria de proyectos europeos implicará repensar y reenfocar aquellos aspectos localistas de nuestros proyectos de investigación que en un principio se incluían en propuestas orientadas a un ámbito regional o nacional. En este sentido, es muy importante que un proyecto que pretenda adquirir una dimensión internacional deba de incluir dicha internacionalización en diferentes aspectos, presentando cuestiones de interés para diferentes países europeos. Así, el proyecto habrá de exponer problemas comunes a diferentes países (ámbito geográfico), se deberán de presentar cuestiones cuyos beneficiarios recaigan sobre un número significativo de personas en el mayor número posible de países (impacto), y además, deberán de participar entre tres y doce países socios (dependiendo de la acción) a modo de consorcio (coordinación y socios).

La Unión Europea utiliza dos mecanismos fundamentales para financiar investigaciones: los fondos europeos de desarrollo regional (FEDER) que financian sobre todo aspectos de tipo estructural, y la Estrategia Horizonte 2020 (H2020, hasta ahora VII Programa Marco -VII PM-) que financia proyectos de investigación. Con respecto a los primeros, los fondos FEDER, presentan seis ejes de actuación, de los cuales el sexto (Eje 6: Inversiones en infraestructuras sociales) incluye un aspecto relacionado con la educación, y se centra en impulsar la modernización de las infraestructuras del sistema educativo. Existen además otras oportunidades de financiación tales como *Third EU Health Programme*, *Justice Programme*, *LIFE Programme*, *Consumer Programme*, pero los mecanismos más variados y con más posibilidades de intervención a nivel de investigación educativa, son las acciones incluidas en H2020.

En el presente trabajo, en un primer momento plantearemos algunas generalidades de H2020 mostrando las oportunidades de financiación a nivel europeo dirigidas al ámbito de la educación; a continuación se mostrarán ejemplos reales de participación en proyectos europeos del séptimo programa marco, que actualmente se están desarrollando.

HORIZONTE 2020

La Propuesta del Reglamento del Parlamento y del Consejo por el que se establece Horizonte 2020, Programa Marco de Investigación e Innovación (2014-2020), en su artículo 20 establece que

Con el fin de profundizar las relaciones entre la ciencia y la sociedad, así como de reforzar la confianza pública en la ciencia, Horizonte 2020 debe favorecer una participación informada de los ciudadanos y de la sociedad civil en las cuestiones relacionadas con la investigación y la innovación mediante el fomento de la educación científica, haciendo más accesibles los conocimientos científicos, elaborando unas agendas de investigación e innovación responsables que atiendan las expectativas y preocupaciones de los ciudadanos y de la sociedad civil, y facilitando su participación en las metas de Horizonte 2020

H2020 recoge en el Reto Social 6 la mayoría de las actividades del Tema “Ciencias Socioeconómicas y Humanidades” del VII PM, además de algunas actividades de las áreas “Cooperación Internacional”, y “Desarrollo coherente de Políticas de

Investigación” del Programa Específico Capacidades del VII PM, las aplicaciones TIC para procesos de aprendizaje y la inclusión social.

Los proyectos que acoge este Programa pueden ser financiados hasta con la totalidad del importe solicitado e incluye entre otros retos sociales como se ha indicado anteriormente. Existen diferentes temáticas (*topics*) en los que se pueden encuadrar las investigaciones sobre educación científica, así como ayudas tanto a nivel individual como a grupos de investigación tales como Becas del Consejo Europeo (ECR) o Becas Marie-Sklodowska-Curie (MSCA), para tecnologías emergentes y con futuro (FET Open, Proactive, Flagships) o para infraestructuras de investigación. Nos centraremos en las acciones relacionadas con retos sociales (*Societal Challenges*) y en las relacionadas con la ciencia y la sociedad (Ciencia con y para la sociedad, *Science with and for Society, SwafS*).

Con respecto a retos sociales, se plantean siete secciones, de las cuales, la que puede incluir más fácilmente temas de educación científica es la sexta, *Europe in a changing world – inclusive, innovative and reflective societies*. Las demás, están relacionadas con salud, demografía, alimentación, medio ambiente, energía, transportes, cambio climático o leyes y, aunque podrían adaptarse de alguna forma, en principio no están enfocadas al ámbito educativo.

Sobre las acciones SwafS, el objetivo es promocionar colaboraciones efectivas entre la ciencia y la sociedad, reclutar nuevos talentos para la ciencia, así como unir la ciencia excelente con una sociedad consciente y responsable. Para ello, existen ocho líneas de actuación:

- Imagen de las carreras científicas
- Igualdad de género
- Integración de los intereses y valores de los ciudadanos en la investigación e innovación
- Educación científica formal e informal
- Accesibilidad y aplicación de los resultados de investigación
- Gobernanza para el avance de la investigación e innovación responsables, así como la promoción de un marco ético para la investigación y la innovación
- Anticipación de posibles impactos ambientales, de salud y de seguridad
- Mejora en comunicación científica

Tras ofrecer una visión general de los mecanismos y oportunidades actuales de financiación europea, no queremos perder la oportunidad de abrir un debate sobre el papel de la investigación especializada en la mejora de la enseñanza de las ciencias y conectar dicho debate con las contribuciones de dos de los proyectos europeos en los que estamos participando.

El papel de los proyectos y la investigación especializada en la mejora de la educación científica

Una de las críticas más importantes a la Didáctica de las Ciencias mantenidas a lo largo del tiempo hace referencia a la insuficiente acumulación de conocimiento científico en este ámbito, lo que lleva a grandes referentes internacionales de nuestra área a enfatizar la importancia de financiar proyectos que aporten evidencias sobre el impacto de las innovaciones en este ámbito y permitan evaluar la eficacia de recursos y métodos en el

aula, así como de los correspondientes programas de desarrollo profesional del profesorado (Taylor, Furtak, Kowalski, Martinez, Slavin, Stuhlsatz y Wilson 2016).

Por otro lado, hace ya algunas décadas que diversos autores denuncian la desconexión entre la investigación de los especialistas en el ámbito universitario de la didáctica y la pedagogía, y los problemas reales, necesidades e inquietudes, que experimenta el profesorado y el alumnado en las aulas (Ariza, 2014; Plomp, 2013). Por ejemplo, el colectivo asociado a la investigación basada en el diseño o *Designed-Based-Research (DBR) Collective* esgrime que “*la investigación educativa está frecuentemente divorciada de los acontecimientos y problemas asociados a la práctica diaria, lo que genera una brecha de credibilidad y plantea la necesidad de nuevos enfoques de investigación que se dirijan directamente a la práctica y permitan el desarrollo de conocimiento utilizable*” (Design-Based Research Collective, 2003 p.5).

Así se reivindica un nuevo enfoque metodológico que permita superar esta brecha, es decir, aumentar la relevancia de las investigaciones especializadas en términos de su utilidad para superar los problemas educativos y mejorar los procesos de enseñanza.

De esta forma, en el desarrollo de conocimiento científico en nuestro ámbito son necesarios tanto trabajos de corte más cuantitativo que permitan obtener conclusiones generalizables sobre la eficacia de determinados métodos o recursos para la enseñanza de las ciencias, como otros enfoques de corte más cualitativo que nos permitan entender qué rasgos, factores, circunstancias o métodos facilitan o potencian el aprendizaje significativo y el desarrollo de las actitudes y destrezas perseguidas (Taylor et al., 2016).

Tras enfatizar el papel de la investigación especializada en la mejora de la educación científica nos gustaría discutir una metodología que está recibiendo una especial atención en nuestro ámbito, el aprendizaje por indagación. Este enfoque metodológico ha ocupado en los últimos años un lugar relevante en las líneas de trabajo de las convocatorias europeas relacionadas con la mejora de la enseñanza de las ciencias, debido a su supuesto potencial para mejorar el interés por la ciencia y la calidad del aprendizaje adquirido.

El aprendizaje por indagación ¿existen evidencias suficientes acerca de sus beneficios?

El aprendizaje por indagación, *Inquiry-Based Learning (IBL)* o *Inquiry-Based Science Education (IBSE)* en el ámbito internacional, empezó a recibir atención en los años 60, pero realmente cobró protagonismo en los 90 con la publicación de los *National Science Education Standards* (NRC, 1996, 2001). La idea de que esta metodología mejoraba la enseñanza de las ciencias ha inspirado desde los años 80 hasta la actualidad numerosos trabajos y meta-análisis para medir el efecto sobre estudiantes sometidos a aprendizaje por indagación, respecto aquellos enseñados de forma más tradicional (entre otros Bredderman, 1983; Minner, Levy y Century, 2010; Schroeder, Scott, Tolson, Huang y Lee, 2007).

A pesar del énfasis puesto en esta metodología y del elevado número de publicaciones e iniciativas derivadas de ello, esta aproximación ha sido continuamente desafiada o cuestionada por algunos autores como Kirschner, Sweller y Clark (2006) o Mayer (2004), que alegan que es ingenuo pensar que los estudiantes pueden por sí mismos, a través del aprendizaje por indagación, llegar a una asimilación significativa de las ideas y teorías científicas.

Una revisión de las últimas síntesis de la literatura y de los meta-análisis publicados más recientemente pone de manifiesto que ha habido un cambio de enfoque, de modo que se ha pasado de asumir que el aprendizaje por investigación supone una mejora en la

enseñanza por sí mismo, a investigar bajo qué circunstancias éste resulta especialmente efectivo frente a otras metodologías didácticas (Lazonder y Harmsen, 2016).

Furtak, Seidel, Iverson y Briggs (2012) llevaron a cabo una revisión de investigaciones publicadas entre los años 1996-2006, una década donde el aprendizaje por indagación recibió especial atención dentro de la Didáctica de las Ciencias tras la publicación de los *National Science Education Standards* (NRC, 1996). En dicha revisión incluyeron solo trabajos experimentales o cuasi-experimentales en inglés, con un diseño pre-post test con grupo control y que midiesen el impacto en términos de aprendizaje con suficientes datos estadísticos como para poder calcular el tamaño del efecto.

Para el análisis exhaustivo de investigaciones se estableció un sistema de categorías que permitió clasificar los trabajos en función del dominio de indagación, es decir, del tipo de actividades llevadas a cabo en la indagación (procesuales, epistemológicas, conceptuales y sociales). Esta categorización atiende al hecho de que, bajo el término indagación, se incluyen numerosas intervenciones didácticas, no todas equiparables o comparables, lo que pone en peligro la validez del constructo en un meta-análisis encaminado a valorar el tamaño del efecto del IBL. Por otro lado, la clasificación de trabajos en función de dichas categorías permite comparar la eficacia del IBL, en función del dominio de indagación.

Furtak et al. (2012) también clasificaron los trabajos atendiendo al grado de estructuración de la tarea, esto es, si se trataba de intervenciones fundamentalmente dirigidas por el alumnado o con un importante nivel de guía por parte del profesorado.

Los resultados de dicho meta-análisis muestran un tamaño del efecto medio de 0.50, siendo este superior en aquellas intervenciones que incluyen actividades epistemológicas o las que combinan actividades epistemológicas con procesuales y sociales. Además, aquellos trabajos categorizados como investigación guiada por el profesor presentan un tamaño del efecto 0.40 superior que las investigaciones abiertas o no guiadas por el profesor (Furtak et al., 2012).

Recientemente Lazonder y Harmsen (2016) han llevado a cabo un meta-análisis sobre las investigaciones publicadas en las décadas comprendidas entre 1993-2013, aplicando criterios de selección similares. Sin embargo, en este caso las investigaciones fueron clasificadas en función de los resultados de aprendizaje medidos y del tipo de guía ofrecida por el profesorado. En relación a la primera dimensión, se distinguió entre destrezas de investigación, calidad de los productos elaborados y aprendizaje adquirido. Respecto a la segunda, se establecieron distintas categorías en función de la ayuda prestada por el docente. Los resultados muestran tamaños de efecto comprendidos entre 0.5 y 0.77 en función del resultado de aprendizaje considerado.

Los trabajos comentados anteriormente ponen de manifiesto la gran diversidad de intervenciones que tienen cabida dentro de lo que denominamos indagación y las implicaciones derivadas de ello. Además, ofrecen evidencias para dar respuesta a los cuestionamientos críticos de esta metodología, sugiriendo que, lejos de una concepción ingenua de la indagación como aprendizaje por descubrimiento, las últimas tendencias señalan el papel clave que el rol del docente desempeña. No obstante, este rol se encuadra dentro de una concepción constructivista del aprendizaje, donde el alumnado juega un papel activo estimulado por el docente dentro de la zona de desarrollo próximo de Vygotsky (Shayer, 2003).

Una vez discutido el papel de la investigación especializada en la mejora de los procesos de enseñanza y revisadas las evidencias disponibles sobre el potencial de la indagación para mejorar la educación científica, vamos a comentar brevemente dos ejemplos de

proyectos europeos, cuyo principal propósito es contribuir a un mayor uso de dicha metodología en las aulas a través de enfoques de investigación muy distintos.

Contribuciones a la Didáctica de las Ciencias: los proyectos europeos MaSciL y PARRISE

El proyecto MaSciL (Mathematics and Science for Life) es un proyecto europeo de 4 años dentro del VII PM, que finaliza en diciembre de 2016. Engloba 18 instituciones de Educación Superior de 13 países diferentes con el objeto de promover y apoyar el uso de la indagación en las aulas a través de la formación inicial y continua de profesorado. Para ello se trabaja a distintos niveles y manteniendo una visión sistémica y estratégica que haga sostenible la innovación.

A nivel de aula se ha desarrollado un repositorio de tareas para enseñar matemáticas y ciencias mediante la indagación en contextos del mundo real y en situaciones profesionales. Dichas tareas vienen acompañadas de los correspondientes recursos y orientaciones pedagógicas además se ofrece una guía de diseño de tareas para el profesorado.

A nivel de formación de profesorado se ha diseñado lo que se denomina un “*tool kit*” o conjunto de herramientas que se pueden combinar e integrar entre sí de forma versátil, para adaptarse a distintos contextos y necesidades formativas. Cada “*tool*” o “*herramienta*” está compuesta por una o varias actividades de formación de profesorado con sus correspondientes recursos para formadores, que permite trabajar un determinado aspecto, por ejemplo cuáles son las características de las tareas y de la dinámica de clase que permite trabajar las ciencias por indagación, conectando con contextos reales, cómo se pueden establecer conexiones explícitas con el currículum, etc. Dichos materiales están basados en la literatura especializada sobre desarrollo eficaz de profesorado y parten de experiencias exitosas anteriores (Ariza, Abril, Quesada y García, 2014; Quesada, Ariza, Abril y García, 2014).

Además se están ofreciendo sucesivos cursos de formación inicial y permanente de profesorado tanto presenciales como on-line en los 13 países implicados, con un énfasis en la comunicación de profesorado y el intercambio de experiencias, así como la generación de comunidades de aprendizaje y comunidades profesionales.

El proyecto MaSciL aplica una metodología mixta de investigación que incluye por un lado, un estudio cuantitativo de la situación inicial en los 13 países implicados, a través de un cuestionario desarrollado y validado dentro del consorcio, lo que ha dado lugar a la publicación de lo que se denomina un “*baseline study*” (Abril, Ariza, Quesada y García, 2014). Además, se han administrado cuestionarios sobre creencias, actitudes y prácticas del profesorado antes y después de los cursos de desarrollo profesional, con el objeto de valorar el impacto de éstos sobre los docentes. Dichos datos cuantitativos tienen una perspectiva más rica y profunda ofrecida por estudios de caso. Para ello, en cada país se están aplicando métodos cualitativos enfocados a una mejor comprensión de los procesos implicados y a la identificación de los factores y mecanismos que favorecen un uso exitoso de tareas de indagación en contextos reales.

Por otro lado PARRISE (Promoting Attainment of Responsible Research and Innovation in Science Education), es otro proyecto europeo dentro del VII PM de la Unión Europea que implica a 17 instituciones educativas de 12 países diferentes, con un especial énfasis en la promoción de la RRI (*Responsible Research and Innovation*) a través de la educación científica. En concreto el proyecto se centra en el diseño, desarrollo y evaluación de un modelo educativo y de desarrollo profesional de profesorado que

permita trabajar la investigación y la innovación responsables a través de la enseñanza de las ciencias (Ariza, Abril, Quesada y García, 2014).

Partiendo de un primer prototipo basado en la literatura especializada, PARRISE aplica el DBR para desarrollar, evaluar y mejorar el modelo a través de sucesivos ciclos de implementación, revisión y refinado, en cada uno de los 12 países implicados.

Este proceso está generando modelos de desarrollo profesional del profesorado adecuados para trabajar la investigación y la innovación responsables a través de la integración de distintos enfoques didácticos en el aula (indagación, controversias socio-científicas y educación ciudadana), permitiendo desarrollar soluciones basadas en la investigación y extraer principios de diseño en este ámbito.

Las breves descripciones anteriores nos muestran dos proyectos europeos que comparten importante rasgos en común: ambos se desarrollan dentro del 7º Programa Marco y promueven el aprendizaje por indagación a través del desarrollo profesional de profesorado. No obstante, sus enfoques de investigación ofrecen dos formas muy distintas de contribuir al desarrollo de conocimiento científico en este ámbito.

CONSIDERACIONES FINALES

En la línea argumentativa y descriptiva de nuestra aportación a la mesa redonda, nos gustaría finalizar enfatizando el valor de los proyectos internacionales para establecer puentes transformadores entre la investigación especializada y la práctica educativa, permitiendo la mejora de la enseñanza de las ciencias basada en la investigación.

Dada que la participación actual en proyectos europeos de los investigadores en Didáctica de las Ciencias no es demasiado elevada, nos gustaría aprovechar la oportunidad para recomendar la utilización de las actuales herramientas para la publicación de perfiles públicos y declaración de interés como socios en las distintas convocatorias europeas (aspectos que se ampliarán en la exposición pública de esta aportación), así como la importancia de crecer en el ámbito de la internacionalización y la difusión y hacerlo de forma profesional.

REFERENCIAS

Abril, A.M., Ariza, M.R., Quesada, A., García, F.J. (2014). Creencias del profesorado en ejercicio y en formación sobre el aprendizaje por investigación. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 11, 22-33.

Ariza, M.R. (2014). Uniendo investigación, política y práctica educativas: DBR, desafíos y oportunidades. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 7(14), 159-176.

Ariza, M.R., Abril, A.M., Quesada, A. y García, F.J. (2014). Bridging inquiry based learning and science education on socio scientific issues: contributions to the PARRISE European Project. In L. Gómez Chova, A. López Martínez, I. Candel Torres (Eds.) In INTED2014, Proceedings, 8th International Technology, Education and Development Conference. (pp. 2599-2607). Valencia (Spain): IATED Academy

Bredderman, T. (1983). Effects of activity-based elementary science on student outcomes: A quantitative synthesis. *Review of Educational Research*, 53, 499-518.

Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8.

- Diario oficial de la Unión Europea de 28 de mayo de 2009. Conclusiones del Consejo de 12 de mayo de 2009 sobre un marco estratégico para la cooperación europea en el ámbito de la educación y la formación («ET 2020»). (2010). *Revista Española de Educación Comparada*, 16, 435-445.
- Furtak, E.M., Seidel, T., Iverson, H., y Briggs, D.C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329.
- Kirschner, P.A., Sweller, J. y Clark, R.E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41, 75–86.
- Lazonder, A.W. y Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning Effects of Guidance. *Review of Educational Research*, 20(10), 1-38.
- Mayer, R.E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, 59, 14–19.
- Minner, D., Levy, A. y Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 474–496.
- Plomp, T. (2013). Educational Design Research: An Introduction. In Plomp, T., y Nieveen, N. (eds.). *Educational Design Research*. Enschede: SLO.
- Quesada, A., Ariza, M.R., Abril, A.M. y García, F.J. (2014). Building on Teachers' Beliefs to Support Inquiry Pedagogies. Looking for Synergies between two European Projects. In L. Gómez Chova, A. López Martínez, I. Candel Torres (Eds.) In *INTED2014, Proceedings, 8th International Technology, Education and Development Conference*. (pp. 4370-4378). Valencia (Spain): IATED Academy.
- Schroeder, C.M., Scott, T. P., Tolson, H., Huang, T.-Y. y Lee, Y.-H. (2007). A metaanalysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 1436–1460.
- Shayer, M. (2003). Not just Piaget; not just Vygotsky, and certainly not Vygotsky as alternative to Piaget. *Learning and instruction*, 13(5), 465-485.
- Taylor, J., Furtak, E., Kowalski, S., Martinez, A., Slavin, R., Stuhlsatz, M. y Wilson, C. (2016). Emergent themes from recent research syntheses in science education and their implications for research design, replication, and reporting practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 2016.

Dilemas y tensiones ante la toma de decisiones en torno a qué, dónde y cuándo publicar en revistas sobre educación científica

Oliva, J. M.

Departamento de Didáctica, Universidad de Cádiz.

josemaria.oliva@uca.es

RESUMEN

En esta ponencia se analizan diversos factores que condicionan las decisiones en torno a aspectos como “sobre qué”, “dónde” y “cuándo” publicar en el ámbito de la educación científica, planteándose tanto desde la óptica de los autores como de los miembros del cuerpo editorial de las revistas. Dicho análisis se plantea en clave de dilemas, dificultades y tensiones que tanto autores como editores afrontan ante el reto que supone el proceso de publicación.

Palabras clave

Criterios de decisión; editores; manuscritos; perfil editorial; revistas.

INTRODUCCIÓN

Para Price (1976) la Ciencia es aquello que se edita en las publicaciones científicas, según lo cual cobra sentido hablar de viejos tópicos, como aquel que dice que “la ciencia que no se publica no existe” o aquel otro que señala que “lo que no se publica y se difunde no es ciencia”. Todo ello indica la importancia del acto de publicar como faceta esencial de cualquier ámbito de conocimiento académico, entre ellos el de la educación, en general, y el de la didáctica de las ciencias, en particular.

La revista científica o académica es, en la mayor parte de disciplinas, el principal medio especializado donde la investigación científica puede publicarse (Ardanuy, 2012). Esto no siempre ha sido así en materias del ámbito de las ciencias sociales, aunque sí lo es en el presente, al menos en el campo de la educación. Prueba de ello es la amplia variedad de revistas que existen hoy día en este dominio, como también el papel que juegan en la evaluación del personal investigador, tanto en los procesos de acreditación como en los de valoración de sexenios o en los concursos a plazas docentes.

Particularmente, en el ámbito iberoamericano existen numerosas revistas ya en castellano sobre didáctica de las ciencias experimentales, algunas de ellas incluso indexadas en bases de datos de relevancia, como Thomson Reuters (Social Science Citation Index) o Elsevier (Scopus). Con ello, los profesores e investigadores de nuestro área de conocimiento disponemos ya de cierta variedad de medios a través de los que difundir nuestros trabajos, y con ello la posibilidad, entre otras cosas, de fraguar un currículum investigador.

En esta ponencia se analizan diversos factores que condicionan las decisiones en torno a a “qué”, “dónde” y “cuándo” publicar en el ámbito de la educación científica, planteándose tanto desde la óptica de los autores como de los miembros del cuerpo editorial de las revistas. Dicho análisis se plantea en clave de dilemas y tensiones que distintos agentes -tanto autores como editores- afrontamos ante el reto de publicar.

Hablamos de dilemas y tensiones, por cuanto las opciones que se abren suelen ser diversas en la toma de decisiones y suscitan a menudo conflictos de intereses al operar en sentido contrapuesto incluso para un mismo agente.

ALGUNOS DILEMAS A LOS QUE SE ENFRENTAN LOS AUTORES

Cuando los autores al uso hemos de decidir la revista a la que enviar nuestro trabajo, son diversas las variables que manejamos, ya que se ha de buscar el mejor ajuste y encaje posible entre las características del manuscrito y el perfil editorial de las publicaciones candidatas. Analizaremos a continuación algunos de estos factores.

Sobre el perfil editorial de la revista candidata

Son diversos los rasgos que definen el perfil de un artículo, como también son variados los que caracterizan una línea editorial. Podemos hablar, por ejemplo, del ámbito curricular que aborda o de la orientación del trabajo (innovación versus investigación).

Desde el punto de vista del ámbito curricular, conviene tener en cuenta que, aun existiendo puentes de continuidad entre distintas materias científicas, a veces las temáticas que son objeto de estudio en los artículos sobrepasan los límites pretendidos por ciertas revistas. Es el caso, por ejemplo, de algunos trabajos sobre ciencias de la salud, ingeniería o veterinaria, que aunque encuentran vínculos con las ciencias experimentales escapan de su más genuino ámbito de competencia. También puede ser el caso de las matemáticas, que se incluye en algunas revistas, pero no en otras que muestran un perfil más restrictivo. Por otro lado, algunas revistas son genéricas dentro de la enseñanza de las ciencias experimentales, mientras que otras se dirigen de forma exclusiva a determinadas ciencias. También hay que tener en cuenta que, en las revistas sobre didácticas específicas, el contenido curricular debe ser un factor esencial que interaccione con el objeto de estudio, no siendo posible considerarlo como un mero escenario. El hecho, por ejemplo, de que la muestra de una investigación abarque alumnos o profesores de ciencias no garantiza la adecuación del perfil de un artículo al de una revista de didáctica de las ciencias.

Por otro lado, hay publicaciones especializadas en temáticas de innovación y prácticas de aula, mientras que otras se orientan más bien hacia investigaciones, las primeras más comprometidas con la transformación de las prácticas de aula, y las segundas con conocer más acerca de los procesos educativos. Asimismo existen otras que, a través de una variada política de secciones, publican trabajos tanto de un tipo como de otro.

Sobre el ámbito geográfico donde publicar y la lengua de referencia

Otro factor de decisión importante estriba es la elección del ámbito de difusión de la revista en la que publicar, en íntima conexión con la lengua en la que se redacta el manuscrito. En este sentido, existe una amplia oferta de revistas en el ámbito latinoamericano, algunas de ellas incluso con vocación multilingüe. Está claro que siempre es más fácil escribir los artículos en lengua propia, pero a veces se opta por publicarlo en revista anglosajonas con la esperanza de una mayor visibilidad, impacto y reconocimiento. No obstante, conviene tener en cuenta que los públicos de revistas latinoamericanas y anglosajonas son muy diferentes, como también los contextos educativos, por lo que los principales canales de referencia deberíamos de buscarlos en nuestro entorno más inmediato (Pro y Rodríguez, 2011). Por ello, publicar en inglés corre el riesgo de alejar la posibilidad de transferencia a la práctica en el contexto iberoamericano. Resulta importante esta reflexión ya que hoy es posible ya reconocer un

espacio de investigación en España y resto de Latinoamérica, con suficiente visibilidad e impacto internacional en bases de datos (Editorial, 2016).

Sobre los límites de extensión de las normas

Sin duda la extensión de los trabajos es un condicionante importante también a considerar, teniendo en cuenta que la mayoría de revistas imponen topes máximos en forma de número de páginas, palabras o caracteres. Comentar a este respecto que la orientación del trabajo y, en su caso, el tipo de enfoque metodológico de investigación seguido, suelen ser factores que interaccionan con la extensión que requiere el manuscrito para desarrollar un discurso suficientemente claro y convincente. Así, las investigaciones de corte cuantitativo, con una orientación positivista, suelen ser más sencillas de seccionar y adaptar a extensiones limitadas, debido al perfil analítico que poseen (Rodríguez Gómez, Gil Flores y García Jiménez, 1996). En cambio, las investigaciones de corte cualitativo suelen tener un carácter holístico, por lo que son más difíciles de sintetizar y de diseccionar en partes con coherencia propia. Por otro lado, los trabajos basados en el uso de secuencias didácticas concretas tienen dificultades de ajuste a los límites, ya que su incorporación explícita y detallada de los materiales didácticos usados suele rebasar los límites permitidos. Por ello también suelen tener un difícil encaje en este medio de difusión.

Sobre las aspiraciones en cuanto a prestigio de la revista donde publicar

Lo normal es que todo el mundo desee publicar en las revistas del mayor prestigio posible. Dicho prestigio puede valorarse, por un lado, en función del reconocimiento que tiene la publicación dentro del propio área de conocimientos (historia, arraigo, relevancia e interés para el área, autores que publican, etc.). Por otro, se valora también a partir de aspectos formales, sobre todo en función de las bases de datos en las que están indexadas, particularmente en la Web of Science (WOS) de Thomson Reuters o en Scopus de Elsevier, y del número de citas que reciben. Este segundo enfoque es el que, por suerte o por desgracia, tiende a utilizarse en los concursos y evaluaciones del personal investigador a nivel académico, por lo que nos referiremos a él especialmente.

Un indicador común de la importancia y relevancia de las revistas científicas es el factor de impacto (Glänzel y Moed, 2002), el cual tiene distintas variantes, en función de la base de datos correspondientes, siendo las más frecuentes el factor JCR, el SJR, o el índice H. El factor de impacto JCR es el principal indicador de citas asignado a las revistas indexadas en las bases de datos de excelencia de WOS, como *Science Citation Index* (SCI) o *Social Science Citation Index* (SSCI). Consiste en la proporción entre el número de citas que tiene la revista en un año determinado (pongamos por caso 2014), correspondientes a artículos publicados en sus dos años anteriores (2012 y 2013), y el número de artículos publicados a lo largo de esos dos años. Por tanto, a efectos de este cómputo, solo cuentan las citas muy recientes, concretamente las de los dos años previos a aquél en que evalúa el impacto (Gardfield, 1999). Por su parte el factor SJR es el indicador de impacto que utiliza la base de datos Scopus (Guerrero-Bote y Moya-Anegón, 2012), similar a JCR pero con tres diferencias importantes: 1º) que la valoración se hace a tres años y no a dos; 2º) que no todas las citas cuentan por igual, sino que se ponderan en función de la posición que ocupan las revistas citantes en el ranking, y 3º) que las autocitas contabilizan solo hasta un límite en función del número citas restantes. Finalmente, el índice H es el indicador de referencia empleado por Google Scholar Metrics (GSM). Una revista tiene un índice “H”, si a lo largo de un período de tiempo determinado se han publicado en ella “H” trabajos con al menos H citas cada uno. Por ejemplo, una revista con H=5 sería aquella en la que al menos cinco artículos de la misma

han sido citados al menos cinco veces cada uno. Concretamente, GSM adopta como criterio cinco años, por lo que su índice es conocido como H5-index.

En estas condiciones y a efectos de concursos, sexenios, acreditaciones, etc., se considera preferible publicar en revistas indexadas en las bases de datos de mayor prestigio y con el factor de impacto más alto posible (Campanario, 2006).

Sobre el nivel de exigencia de la revista

Otro factor a considerar en la elección de revistas dianas es el riesgo de rechazo que implica cada una en función de su nivel de exigencia. En este sentido, son las revistas de mayor impacto las que suelen tener índices de rechazo más altos, entendidos estos como la proporción de artículos rechazados respecto al total de envíos. Se ha de saber seleccionar los mejores trabajos para las revistas más exigentes y mejor situadas, y modular el nivel de los otros ajustándolos a distintas exigencias. Pero todo ello sin olvidar la conveniencia de cubrir el mayor espectro posible de revistas; desde aquellas de mayor visibilidad e indexadas, a otras no incluidas en bases de datos de primer nivel pero sí con una mayor incidencia, tal vez, en la práctica educativa. En este sentido, hemos de tener en cuenta que suelen ser justamente las revistas de mayor impacto y prestigio académico, las que menos son leídas por profesores, lo cual nos dice que los criterios de difusión y de transferencia son distintos, e incluso contradictorios.

Sobre la urgencia por publicar y los tiempos de espera en las revistas

Sobre todo en tiempos actuales, de enorme competitividad y donde los procesos de acceso y evaluación del profesorado se rigen por plazos determinados, el factor tiempo se convierte en un elemento importante también a considerar. Nos referimos a los tiempos de espera que cualquier manuscrito debe guardar desde que se envía a la revista hasta que se ve publicado. Los tiempos de espera son algunas veces excesivos, llegando a darse casos en los que el artículo tarda más de dos años en ver la luz, perdiendo así actualidad e inmediatez de sus citas. Por tanto, esta variable debe ser también objeto de consideración por parte de los autores, por cuanto han de regular la situación en función de sus circunstancias, decidiendo en cada momento si les compensa o no enviar un artículo a determinada revista, aun a riesgo de ver aplazado en exceso su publicación.

ALGUNOS DILEMAS A LOS QUE SE ENFRENTAN LOS EDITORES

De igual modo que los lectores se enfrentan a dilemas a la hora de seleccionar la revista donde publicar, los editores también se enfrentan a dilemas a la hora de decidir en torno al perfil y rumbo de la revista (Sanmartí y Azcárate, 1997).

Sobre la orientación que se desea para la revista

La creación de una revista parte de unas necesidades y de un perfil de lectores y autores a los que dirigirse (Sanmartí y Azcárate, 1997). En este sentido, es frecuente que se distingan al menos tres tipos de orientaciones: académica, profesional y de divulgación (Latindex, en línea). Así, por un lado, se consideran revistas de investigación científica aquellas que publican principalmente investigaciones originales dirigidas a una audiencia de científicos o investigadores. Por otro lado, se consideran revistas técnico-profesionales aquellas que publican principalmente artículos cuyo objetivo es solucionar problemas prácticos, contribuir al avance tecnológico y comunicar también nuevo conocimiento, pero a comunidades más amplias, como profesionales, técnicos, etc. Finalmente, las revistas de divulgación científica y cultural son aquellas que permiten llevar la ciencia y la cultura a audiencias mucho más amplias que las que cubren las dos categorías anteriores. Como el lector habrá observado esta clasificación recuerda bastante a aquella

otra que aportamos líneas atrás, en la que diferenciábamos entre revistas orientadas a la investigación o hacia la innovación y las experiencias de aula. Resulta claro que ambas suponen conjuntamente un factor de decisión esencial para los editores, pues van a condicionar las señas de identidad de la revista, y probablemente muchas de las restantes decisiones que luego se han de adoptar.

Sobre el medio de difusión y las posibilidades de acceso

Otro elemento de decisión esencial a la hora de plantear una publicación es el soporte físico a través del cual se difunde. En este sentido, si bien el soporte tradicional ha venido siendo el papel, la irrupción de Internet está produciendo un auténtico vuelco en estas preferencias, haciendo que un gran número de revistas se publiquen tanto en ese formato como online, o incluso que muchas de ellas lo hagan ya sólo de esta última forma. Unido a la decisión del soporte, y específicamente coincidiendo con las publicaciones online, ha empezado a emerger la filosofía del “acceso abierto” (open Access). Esta se refiere a la posibilidad de ofrecer, de forma libre y gratuita, los contenidos científicos en internet, de manera que los usuarios no sólo puedan consultarlos de manera gratuita, sino que, además, puedan descargarlos, imprimirlos, distribuirlos, etc. Sus ventajas son múltiples (Abadal, 2012): a) incrementa el uso e impacto de sus contenidos (al estar disponibles sin barreras) y reduce notablemente los costes, b) facilita la transferencia directa de conocimiento al entorno económico y social, disolviendo las barreras entre países ricos y pobres, y c) posibilita la reutilización de la información y de los datos al cederse derechos de uso y explotación a otros servicios como repositorios, bases de datos, etc. En resumen, puede decirse que el acceso abierto supone un modelo que consigue maximizar la visibilidad e impacto de sus contenidos (Harnad, 2006) y se constituye como el mejor garante de procesos de difusión del conocimiento acordes con principios de sostenibilidad.

Sobre las aspiraciones editoriales y sus planes de indexación

Otro aspecto que dirige los destinos de una revista es el de sus aspiraciones de visibilidad en bases de datos y directorios de revistas, así como de posicionamiento dentro de los rankings de impacto correspondientes. Para cualquier revista, la visibilidad a través de estos medios constituye un valor añadido, por cuanto los autores prefieren publicar sus artículos en revistas indexadas. En este sentido, la calidad de la producción científica de cualquier autor se evalúa en función de las revistas en las que publica, y éstas a su vez se valoran en función de las bases de datos en las que aparecen incluidas.

Al hablar de sistemas de indexación hemos de considerar al menos tres categorías. Si lo que se clasifican son revistas y lo que se valora es la calidad editorial, tenemos un índice, catálogo o listado de revistas, que normalmente se elabora seleccionando aquellas que cumplen una serie de criterios. Es el caso, por ejemplo, de Latindex, que evalúa la calidad formal editorial estableciendo un conjunto de indicadores. Otro ejemplo lo tenemos en los listados periódicos que elabora la FECYT a través de sus convocatorias de “Sello de calidad”, cuyos criterios son fuertemente restrictivos. Por otra parte, si lo que se clasifican son artículos, estamos ante una base de datos bibliográfica, que permite revisar la literatura mediante sistemas de buscadores con filtros según distintos campos. Ejemplos de bases de datos los tenemos en las distintas colecciones de WOS, Scopus, ERIC, DOAJ o también Google Scholar, entre otras. Aunque algunas bases de datos, incluyen cualquier tipo de publicación, otras imponen condiciones bastante exigentes, como es el caso de Scopus y de WOS. Además, algunas bases de datos establecen rankings de revistas en función de la cantidad de citas recibidas. Es así como surge el *Journal Citation Report* (JCR), que incluye las revistas de algunas de sus bases de datos principales de WOS,

como el *Social Science Citation Index*, una de cuyas categorías es de educación (*Education & Educational Research*). Scopus hace lo propio a través de Scimago que es un portal desarrollado a partir de la información contenida en su base de datos y que clasifica las revistas en función del factor de impacto SJR. Por su parte, Google Scholar Metrics elabora también rankings, en función en este caso del índice H, pero esta vez clasificada según el idioma en que se publica. Recientemente el grupo de investigación EC3 de la Universidad de Granada ha desarrollado el *Journal Scholar Metrics*, que es una herramienta bibliométrica que busca evaluar el desempeño de las revistas de Arte, Humanidades, Ciencias Sociales, contabilizando el número de citas bibliográficas de sus artículos según *Google Scholar*. En dicho índice las revistas aparecen clasificadas por materias y por países, estableciendo un ranking que maneja el H5-index de GSM y los correspondientes cuartiles (Delgado López-Cozar et al., en línea).

Sobre el número de trabajos a publicar al año

Otra variable a considerar de una revista es la cantidad de artículos a incluir por número o por volumen (año) publicado, cantidad que puede ser decidida de antemano o venir en función de distintas variables como el número de envíos recibidos por la revista, su tasa de aceptación/rechazo, o los plazos invertidos en la evaluación. En las revistas en papel, el número de artículos por número o año viene en parte limitado por factores económicos, por cuanto el coste de edición, de impresión y de envío postal a los suscriptores depende del peso físico de los ejemplares. En este sentido se ha de valorar el rol que vienen jugando las revistas publicadas exclusivamente en formato digital, por cuanto no tienen la necesidad imperiosa de limitar el número de artículos por número, lo cual reduce los tiempos de espera y, por tanto, agiliza los procesos de publicación (Taber, 2013). Algunas revistas, no obstante, limitan intencionadamente el número de artículos al objeto de influir en su factor de impacto, desde la premisa de que un número elevado no va acompañado de un aumento proporcional en el número de citas.

REFLEXIONES FINALES

Como hemos visto, son varios los factores de decisión a los que se enfrenta un autor para decidir adónde enviar su trabajo, como también son diversas las variables que ha de manejar una revista a la hora de configurar su perfil y su estatus editorial. En realidad, muchos de los factores que hemos analizado se encuentran relacionados. Unas veces tales cruces de relaciones traen consigo efectos de interés concomitantes para distintos agentes y/o dimensiones, como es el caso acceso digital abierto, que aumenta la visibilidad de la revista y reduce los tiempos de espera de publicación, algo que beneficia tanto a autores como a editores.

En otros casos, sin embargo, dichos cruces conducen a tensiones y conflictos de intereses. Es el caso, por ejemplo de lo que sucede al pretender compatibilizar estrategias de visibilidad e impacto de una revista, con criterios de mejora de “transferencia”, al no ser fácil encontrar un equilibrio entre ambos. Nos ocuparemos precisamente de este problema comentando algunas de las tensiones arrojadas.

En efecto, un buen posicionamiento de una revista a través de la mejora de su índice de impacto, exige la adopción de criterios editoriales no siempre compatibles con un aumento de la incidencia de su contenido en la práctica educativa. De un lado, la mejora de estándares de calidad, de acuerdo a los demandados por las bases de datos más exigentes, implica priorizar un sentido académico frente a otro profesional, orientar la revista fundamentalmente a la investigación frente a la innovación, e incrementar el grado de exigencia y las tasas de rechazo, entre otras muchas decisiones. Todas ellas son

coherentes y lógicas desde la perspectiva de la academia, y a buen seguro contribuyen a la mejora de los estándares de calidad formal de las revistas. Sin embargo, a la larga provocan una deriva en los perfiles editoriales de las publicaciones con costes importantes también que deberían tenerse en cuenta. Y es que el intento de cumplimiento con tales estándares puede, como de hecho sucede, inhibir la atención del profesorado, tanto en su rol de lectores como de autores, lo que contribuye a un alejamiento progresivo entre la investigación y la práctica educativa (Martín-Díaz, Gutiérrez y Gomez-Crespo, 2004; Oliva, 2005; de Jong, 2007).

Por otro lado, la evaluación de trabajos mediante pares anónimos se considera un requisito académico para cualquier revista. Ello plantea un serio obstáculo para que el profesorado de niveles anteriores al universitario se implique en la publicación de sus experiencias innovadoras, sencillamente porque los formalismos y condicionantes que ello conlleva rompen el equilibrio esfuerzo-recompensa que se está dispuesto a asumir. De ahí que el proceso selectivo de arbitraje, aun siendo un elemento necesario, introduzca un sesgo en el perfil de autores y temas que aparecen en ellas, propiciando la participación de profesorado universitario pero mucho menos de niveles anteriores.

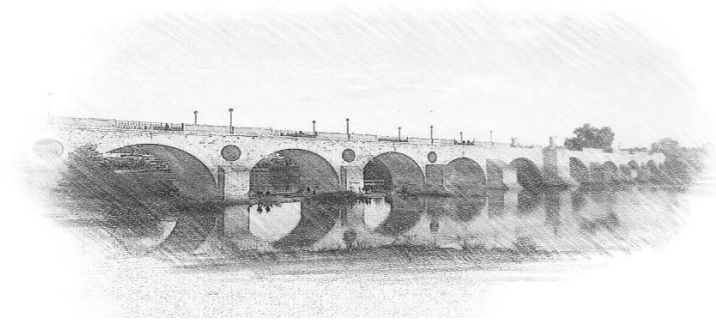
Por tanto, según todo ello, el intento por avanzar dentro de los estándares de calidad que impulsan la difusión y visibilidad de las revistas, a la postre, no solo no fomentan sino que obstaculizan los criterios de “transferencia” a la práctica. En contraste con ello, es bien sabido que en cualquier práctica profesional compleja, como la docente, los procesos de formación están estrechamente ligados a los de investigación e innovación (Jiménez-Aleixandre, 2008). El establecimiento de tales conexiones implica la necesidad de entablar puentes entre teoría y práctica, entre investigación e innovación, y entre investigadores y profesores en activo, aglutinando incluso dentro de un mismo perfil editorial diferentes orientaciones (Sanmartí y Azcárate, 1997; Editorial, 2007).

Este y otros dilemas están aún por resolver, por lo que nos gustaría que la ponencia sirviera como foro para suscitar el debate y la discusión al respecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadal, E. (2012). Retos de las revistas en acceso abierto: cantidad, calidad y sostenibilidad económica. *Hipertext.net*, 10. Recuperado de: <http://www.upf.edu/hipertextnet/numero-10/retos-revistas-en-acceso-abierto.html>
- Ardanuy, (2012). *Breve introducción a la bibliometría*. Universitat de Barcelona.
- Campanario, J.M. (2006). *El factor de impacto de las revistas académicas: preguntas y respuestas*. Universidad de Alcalá de Henares. Recuperado de: <http://www3.uah.es/jmc/factordeimpacto.htm>
- Delgado López-Cózar, E.; Martín Martín, A.; Orduña-Malea, E. y Ayllón Millán, J.M. En línea). *Journal Scholar Metrics*. Recuperado de: <http://www.journal-scholar-metrics.infoec3.es>
- Editorial (2007). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4, 1.
- Editorial (2016). Sobre el impacto de las revistas latinoamericanas de educación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (1), 1-2. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/18009>
- Garfield E. (1999) Journal impact factor: a brief review. *Canadian Medical Association Journal*, 161 (8), 979-980.

- Gil, D.; Carrascosa, J. y Martínez-Terrades, F. (2000). Una disciplina emergente y un campo específico de investigación. En F.J. Perales y P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy. Marfil.
- Glänzel W., Moed H. F. (2002) Journal impact measures in bibliometric research. *Scientometrics*, 53(2), 171-193.
- Guerrero-Bote, V.P. y Moya-Anegón, F. (2012). A further step forward in measuring journals' scientific prestige: The SJR2 indicator. *Journal of Informetrics*, 6, 674-688. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joi.2012.07.001>
- Harnad, S. (2006). Opening access by overcoming Zeno's paralysis. En N. Jacobs (ed.), *Open access: key strategic, technical and economic aspects*. London: Chandos. Recuperado de: <http://eprints.soton.ac.uk/262094/>
- Jiménez-Aleixandre, P. (2008). La publicación como proceso de diálogo y aprendizaje: el papel de artículos y revistas en didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(3), 311–320.
- Jong de, O. (2007). Teaching practice and research in chemistry education: living apart or together? En M. Izquierdo, A. Caamaño y M. Quintanilla (Eds), *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Latindex (En línea). *Editores. Conozca más de Latindex*. Recuperado de: <http://www.latindex.org/latindex/conMas>
- Martín-Díaz, M^a J.; Gutiérrez, M.S. y Gómez-Crespo, M.A. (2004). ¿Hay crisis en la educación científica? El papel del movimiento CTS. En Martins, I., Paixao, F. y Vieira, R. (Eds.), *Actas del III Seminario Ibérico CTS en la Enseñanza de las ciencias*, pp. 39-46. Universidad de Aveiro.
- Oliva, J.M^a. (2005). Sobre el estado actual de la revista “enseñanza de las ciencias” y algunas propuestas de futuro. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), pp. 123-132.
- Price, D. J. S. (1963). *Little science, big science*. New York: Columbia University Press.
- Pro, A. y Rodríguez, J. (2011). La Investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales. *Educatio Siglo XXI*, 29(1), 129-148
- Rodríguez Gómez, G. (1996). Gil Flores, Javier. García Jiménez, Eduardo. *Metodología de la investigación cualitativa*. Archidona, Málaga. Ediciones Aljibe.
- Sanmartí, N. y Azcárate, C. (1997). Reflexiones en torno a la línea editorial de la revista Enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), pp. 3-9.
- Taber, K. S. (2013). Challenges to academic publishing from the demand for instant open access to research. *Chinese Social Sciences Today*, p. A06.



Mesa redonda 2

Estrategias para mejorar la práctica de la enseñanza de las ciencias.

Ana Rivero García (Universidad de Sevilla. Coordinadora)
Francisco López (Maestro de Educación Primaria)
María Ruth Jiménez Liso (Universidad de Almería)
Cristiana Encarnação (Profesora de Secundaria. Portugal)

La práctica de la enseñanza de las ciencias: estrategias para el cambio

Do Carmo, C. M.,¹ Jiménez-Liso, M. R.,² López, F.,³ Porlán, R.,⁴ Rivero, A.⁴

¹*Agrupamento de Escolas João da Rosa. Portugal*

²*Dpto. Educación. Universidad de Almería*

³*CEIP Príncipe de Asturias (Sevilla)*

⁴*Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla*

Correo:arivero@us.es

RESUMEN

Cambiar la práctica de la enseñanza de las ciencias es un proceso complejo que requiere estrategias de actuación en múltiples ámbitos. Este trabajo presenta algunas propuestas centradas en el aula y relacionadas con tres de sus elementos básicos -los estudiantes, los docentes y los materiales curriculares-: el proyecto sensociencia, las estrategias de autorregulación necesarias para el aprendizaje, el programa de formación docente del profesorado de la Universidad de Sevilla y el proyecto con+ciencia. Todas ellas comparten algunos principios básicos, tales como la relevancia del principio de investigación tanto en la enseñanza de las ciencias como en la formación del profesorado, el de la necesaria relación y coevolución entre la teoría y la práctica y el de gradualidad en los procesos de cambio.

Palabras clave (máximo 5 palabras clave)

Enseñanza de las Ciencias, Aprendizaje de las Ciencias, Formación del Profesorado, Materiales Curriculares, Cambio de la Práctica.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias hoy, a principios del siglo XXI, continúa dominada en la práctica por una cultura, valores y modelos didácticos que no promueven aprendizajes de calidad en la mayoría de los estudiantes. Y ello, a pesar del importantísimo desarrollo que ha experimentado en los últimos años la investigación relacionada con la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, los informes elaborados diagnosticando los problemas y proponiendo soluciones y la larga historia de la innovación en esta área.

Esta situación evidencia que el cambio es difícil. Y lo es porque cambiar significativamente la práctica de la enseñanza implica desarrollar planificada y conscientemente sinergias entre las intervenciones dentro del aula y las que se desarrollan fuera de ella, tanto en el ámbito profesional que contextualiza el aula, como en el de la investigación, el político y el social. Por ello, cuando los docentes se proponen implementar cambios, se encuentran con numerosas *dificultades*, algunas de carácter *exógeno* y otras de carácter *endógeno*, muchas de ellas caracterizadas ya en la literatura (Mellado, 2001; Porlán y otros, 2010).

Cambiar la práctica de la enseñanza de las ciencias es, pues, un proceso complejo que requiere estrategias de actuación en múltiples ámbitos. No podemos abordar todos ellos en esta mesa redonda, pues excedería nuestras posibilidades, así que, en este caso, hemos

decidido centrarnos en presentar y analizar experiencias centradas en el aula y relacionadas con los tres elementos básicos que la configuran: los estudiantes, los docentes y los materiales curriculares. En relación al primero de ellos, se incluyen las aportaciones de Rut Jiménez y Cristiana do Carmo; la experiencia relacionada con los docentes la presenta Rafael Porlán y la elaboración y desarrollo de materiales curriculares es el objeto de la experiencia presentada por Francisco López. En las páginas siguientes se hace una síntesis de cada propuesta (algunas de ellas centradas en la Educación Primaria, otras en la Educación Secundaria y otras en la Universidad), describiéndolas y analizando sus potencialidades para abordar algunas de las dificultades para el cambio.

SENSOCIENCIA: CIENCIA CON SENTIDO, SENSORES Y SENSACIONES

Rut Jiménez Liso

En cursos de formación permanente solemos consultar al profesorado sobre sus finalidades a la hora de realizar trabajos prácticos en sus clases y suelen señalar mayoritariamente la motivación del alumnado y, en segundo lugar, la relación (de la teoría) con los fenómenos cotidianos o el desarrollo de procedimientos propios de la indagación científica. Pero, si tantas ventajas le reconocen a los trabajos prácticos, ¿por qué están desapareciendo? Además de la presión curricular que sienten por el exceso de contenidos en un curso escolar, los principales inconvenientes que nos han declarado los docentes guardan relación con la ratio y el riesgo de tantos alumnos en el laboratorio, la dotación de éstos o la falta de tiempo para preparar los laboratorios. ¿Superan estos inconvenientes a las finalidades a desarrollar (motivación, contexto o procedimientos)? La realidad nos indica que los inconvenientes le ganan la partida a los trabajos prácticos, siendo prácticamente inexistentes tanto en la Educación Primaria como en la Educación Secundaria, como destacan numerosos autores e informes sobre el estado de la enseñanza de las ciencias en nuestro contexto educativo próximo.

Al plantearles a los docentes en formación permanente secuencias de enseñanza que podrían utilizar en sus aulas, siempre encontrábamos resistencias similares a: *esto está muy bien pero hazlo tú con mis alumnos y en mi centro (sin dotación ni nada)*. Estas respuestas y la necesidad de obtener pruebas de eficacia-efectividad (y eficiencia) de dichas propuestas, nos condujeron hacia el reto de diseñar secuencias que denominamos “Sensopíldoras” de aprendizaje: secuencias de actividades basadas en la indagación y uso de modelos para explicar y predecir los fenómenos que parten de una pregunta que involucra a los estudiantes y que en todo momento promueven que los estudiantes *hablen, hagan, piensen y sientan ciencia*.

Además son propuestas concentradas-breves (a implementar en un reducido periodo de tiempo, de ahí lo de “píldora”). Las secuencias se caracterizan (desde lo que el alumnado debe realizar) por: abordar una pregunta que les “engancha” y da sentido a la sesión, emitir hipótesis de forma justificada (explicitar en qué nos basamos para pensar así), realizar un diseño experimental, buscar pruebas para confirmar o refutar las hipótesis, analizar los resultados deteniéndonos en la interpretación de las gráficas-datos obtenidos para advertir coincidencias y discrepancias con sus hipótesis, utilizar un modelo para explicar estos resultados (generalmente contrarios a las hipótesis iniciales) y aplicar el modelo a nuevos fenómenos o preguntas.

El reto no era fácil pues requería que la secuencia de actividades tuviera coherencia de principio a fin, que partiera de una pregunta o fenómeno motivador y que fueran concentradas-breves. La cuestión del tiempo la solventamos con el uso de los **sensores** que dotan de inmediatez y realidad a la toma de datos y, mediante su gráfica instantánea,

permite al alumnado interpretar y analizar las pruebas haciendo uso de distintos lenguajes (numérico y gráfico) y facilita que los cambios en las variables estudiadas resulten más visuales. La mayor dificultad que nos encontramos fue la incorporación en todas las Sensopíldoras de un *modelo para explicar y predecir*, acorde al nivel educativo y al fenómeno estudiado, utilizado con vistas a conectar las prácticas con “la teoría”, evitando así la presión ante la que claudican la mayoría de los docentes.

Podemos ver un ejemplo en las figuras 1 y 2, donde se muestra el diseño experimental y el uso del modelo de energía para responder a la pregunta: *En el vaso con 90 g de agua a 80 °C, vamos a añadir 90 g de aceite que se encuentra a temperatura ambiente. ¿Cómo crees que va a cambiar la temperatura del agua y la temperatura del aceite en los siguientes 20 minutos? Redacta tu hipótesis, explicando en qué te basas* (López-Gay, Jiménez-Liso y Martínez-Chico, 2015).



Figura 1. Experimento agua-aceite

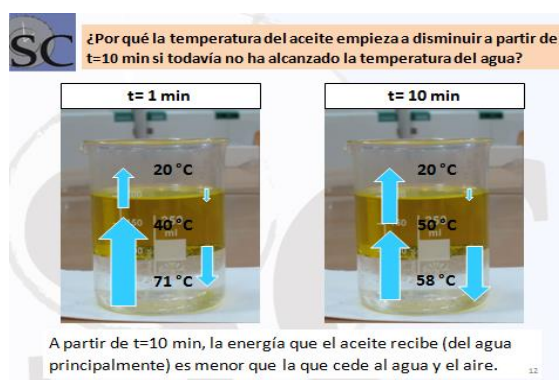


Figura 2. Modelo de energía para explicar

Esta conexión teórico-práctica, dota de **sentido** toda la sensopíldora de aprendizaje, tanto para los estudiantes (de la edad que sean) como para los docentes, en formación inicial o permanente, y así lo reconocen en un cuestionario final de autorregulación de conocimientos (tipo KPSI) al que le incorporamos la autorregulación de emociones (**sensaciones**, para continuar con la raíz sens-).

La importancia de este cuestionario como actividad final de la secuencia es que los participantes en la sensopíldora tomen conciencia del proceso vivido (secuencia de indagación), de lo aprendido en ellas y de las emociones que han experimentado, de manera que la inseguridad que reconocen sentir en los primeros pasos de la indagación (hipótesis, gráfica o análisis) se combina con la concentración, interés, seguridad o satisfacción que reconocen en todos los momentos. Con esta toma de conciencia de lo aprendido, de cómo han aprendido o de emociones, queremos fijar estos tres aspectos en el recuerdo que les produce la sensopíldora.

ESTRATEGIAS DE AUTORREGULACIÓN EN EL APRENDIZAJE

Cristiana Do Carmo

En la práctica educativa, el rendimiento escolar del alumnado funciona como un indicador del éxito o fracaso en el aprendizaje de un determinado contenido, pero también puede ser una guía sobre la adecuación o no de los diferentes métodos de enseñanza. De esta forma, una parte importante del profesorado es consciente del rendimiento de su alumnado, pero no siempre tiene claro los diversos factores que influyen en éste. Se tiene clara la necesidad de desarrollar en el alumnado la autonomía y el pensamiento y, para

eso es esencial que este se comprometa con su propio proceso educativo. Contestar este y otros interrogantes, implica entender que el aprendizaje incluye, además de la dimensión cognitiva, la metacognitiva, la afectiva y la social. Estas dimensiones, sin embargo, no se pueden considerar de forma estanca. No es posible desarrollar la cognición sin trabajar la afectividad o sin comprender el entorno y los agentes donde todo el proceso se desarrolla. Así en una perspectiva integradora e interdependiente, comprender los procesos involucrados en el aprendizaje, implica la comprensión de **las estrategias de autorregulación**. El uso de estas estrategias es actualmente concebido como fundamental, no solo para que los alumnos progresan en su aprendizaje sino también para continuar su aprendizaje permanente.

Hemos realizado un estudio centrado en un grupo 9 alumnos de 13/15 años (tercer ciclo) en el contenido Reacciones Químicas. Los alumnos fueron elegidos de acuerdo con su competencia académica, formando tres grupos: A (tres alumnos/as con alto rendimiento académico); B (tres alumnos/as que han repetido de curso y aún tienen bajos resultados); C (tres alumnos/as que no han promocionado de curso, pero han tenido una evolución positiva en su evaluación). Fueron presentados al alumnado ocho escenarios, de los cuales por razones de espacio y a modo de ejemplo, se exponen tres en el cuadro 1. Estos cubren las situaciones más típicas y los contextos de aprendizaje, como el aula, el estudio individual en casa o la preparación para un examen. Se pretendía que los alumnos hicieran un listado de las estrategias de autorregulación que habitualmente utilizan cuando son confrontados con esas situaciones. Los alumnos fueron encuestados sobre situaciones de aprendizaje, que se basan en el *Self-Regulated Learning Interview Schedule* desarrollado por Zimmerman y Martínez-Pons (1986).

<i>1. A professora de Físico Química (FQ) está a discutir na aula, a velocidade das reações químicas (RQ). A professora avisa que vocês serão avaliados sobre este assunto na aula seguinte. Tem algum método que o/a ajude a aprender e a memorizar esta informação? O que faria se estivesse a ter dificuldades em compreender ou a recordar a informação discutida na aula?</i>
<i>4. Os professores normalmente marcam testes escritos para o final das unidades lectivas, e esses resultados contribuem significativamente para a nota final do período. Especificamente na disciplina de FQ que estratégia utiliza para se preparar para esses testes? O que faz para se preparar para um teste de química especialmente difícil?</i>
<i>8. Quando está a realizar um teste escrito de FQ. Que estratégia utiliza para se certificar de que as suas respostas estão corretas? O que faz quando existem questões particularmente difíceis?</i>

Cuadro 1. Ejemplo de situaciones de aprendizaje

Las respuestas de los alumnos fueron grabadas, transcritas y codificadas en unidades de registro (un total de 276) de acuerdo con las catorce categorías de estrategias de autorregulación (cuadro 2). Eso permitió el análisis de todo el contenido relevante con respecto a todas las categorías.

Estrategia de autorregulación		Ejemplo de unidades de registro
1	Autoevaluación	(“...eu releio sempre...”)
2	Organización y transformación	(“...também é importante organizar as coisas...os esquemas...”)
3	Establecimiento de objetivos y planificación	(“...procuro ver também quando tenho espaços livres para estudar...”)
4	Busca de información	(“...vou a blogues que está lá coisas para os trabalhos...”)
5	Toma de apuntes	(“...faço um esquema à minha maneira consoante o que a professora explicou...”)
6	Estructura ambiental	(“...desligo a televisão...”)
7	Autoconsecuencias	(“...jogo um bocadinho só par satisfazer e depois do trabalho feito é que jogo à vontade...”)
8	Repetición y memorización	(“...leio, leio muito...sublinho o que é mais importante...”)
9/ 11	Búsqueda de ayuda	(“...posso tirar dúvidas com a minha mãe...”)
12/ 14	Revisión de datos	(“...releio a matéria e depois faço alguns exercícios...”)

Cuadro 2. Estrategias de autorregulación del aprendizaje

En el gráfico 1, se presenta la frecuencia de utilización de las catorce estrategias. El alumnado se expresó libremente sobre las estrategias que utilizaban en cada una de las situaciones, por lo que su frecuencia en cada uno de los escenarios no es uniforme. Los resultados son independientes en cada una de las estrategias.

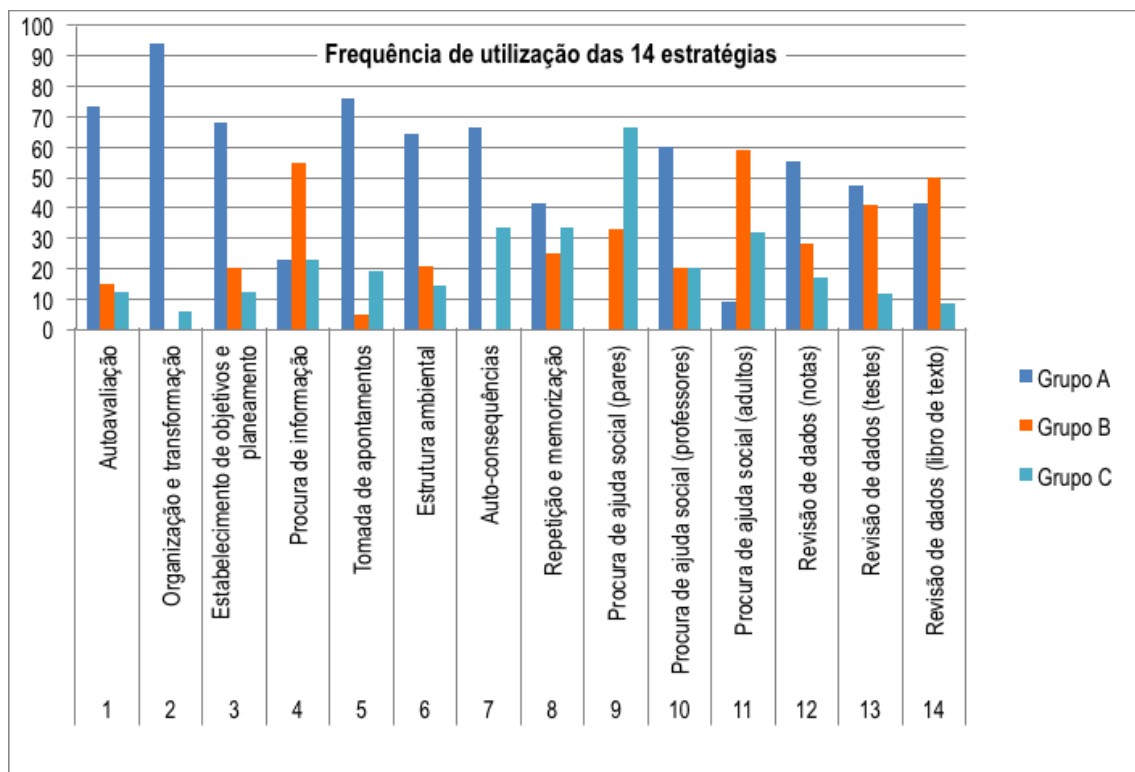


Gráfico 1 Frecuencia de utilización de estrategias de autorregulación.

Con base en los resultados obtenidos podremos establecer que, el alumnado académicamente más competente, recurre más, en su aprendizaje, a estrategias de autorregulación. Hace uso, de forma significativa, de estrategias de autoevaluación, de

organización y transformación, de establecimiento de objetivos y planificación, de toma de apuntes, de estructura ambiental y autoconsecuencias, estas estrategias constituyen el núcleo del comportamiento autorregulado. Globalmente, estos resultados refuerzan la importancia de la realización de un trabajo personal más autorregulado para alcanzar el éxito educativo.

En este sentido, es importante hacer que las estrategias de autorregulación sean introducidas en el currículo de los diferentes saberes trabajados en el aula. Su modelación y uso facilitarían un aprendizaje más significativo e incrementaría la competencia académica del alumnado. Su enseñanza en el aula, no solo va a contribuir a una evolución positiva en el aprendizaje, sino también, a la transformación en un alumnado cada vez más autónomo.

UN PROGRAMA PARA LA FORMACIÓN DOCENTE DEL PROFESORADO UNIVERSITARIO EN ACTIVO BASADO EN “LOS CICLOS DE MEJORA”

Rafael Porlán

Durante los 3 últimos cursos venimos desarrollando un Programa para la Formación Docente del Profesorado de la Universidad de Sevilla basado en “**ciclos de mejora**” de **la práctica de aula**. Dicho Programa es voluntario e institucional y hasta la fecha han participado unas 130 personas. Tiene dos fases, una inicial, basada en Seminarios de 90 horas (40 presenciales y 50 no presenciales), en los que los participantes (de diferentes especialidades) realizan dos ciclos de mejora orientados por un especialista en formación docente, y otra permanente en la que los que quieren continuar se incorporan a un equipo de la REFID (Red de Formación e Innovación Docente), con el compromiso de realizar un ciclo de mejora anual, siempre de mayor amplitud que el del año anterior, con el objetivo de acabar aplicando un ciclo “de asignatura completa”. Estos equipos, a diferencia de los seminarios, están formados por personas del mismo área y dinamizados por alguien de la Red con experiencia. El Programa se completa con unas Jornadas de Docencia Universitaria al final del curso, en las que los participantes presentan su ciclo de mejora en formato de comunicación.

Los **Principios Formativos** que orientan el Programa son los siguientes:

1. **Impulsar un modelo alternativo de enseñanza** en la universidad que responda a los avances aportados por la investigación Didáctica, Psicológica y Neurocientífica. Esto implica **un nuevo modelo de profesión docente** basado en el desarrollo de un conocimiento riguroso, consciente y fundamentado sobre y para la práctica.
2. **Los cambios docentes o lo son en la práctica o no lo son**. Por tanto, el centro del Programa es la realidad del aula y la intervención en ella, de manera que las actividades de los Seminarios de Iniciación y de la REFID se organizan siempre en torno a dicha realidad, para conocerla y modelizarla con más objetividad, para transformarla con criterio y para evaluar los cambios con distancia y rigor.
3. **La mejora docente ha de ser gradual, constante y en progresión**. Los procesos de cambio docente están condicionados por la inseguridad personal, las creencias implícitas y los obstáculos de un contexto vinculado a la cultura tradicional docente. Cada sujeto debe controlar la profundidad del cambio de manera que pueda hacer frente exitosamente a dichos condicionantes y el proceso tenga, así, carácter irreversible.
4. **Los cambios requieren de un acompañamiento experto**. La formación docente no se consigue a través de la transmisión directa de un modelo de enseñanza formalizado.

Esto es así porque la acción docente está gobernada por esquemas conductuales aprendidos sin intervención de la conciencia y del pensamiento formal. Por tanto, el cambio necesita de un acompañamiento fino que ayude a desvelar críticamente dichos esquemas y a sustituirlos por otros posibles, conscientes y de mayor potencialidad, así se podrán ir construyendo principios y modelos que guíen y orienten la intervención.

5. Los cambios se favorecen con el aprendizaje cooperativo, la inteligencia colectiva y una nueva identidad compartida. En el contexto de una cultura docente tradicional y hegemónica la supervivencia y extensión de los cambios depende en gran medida de la capacidad de constituirse como un foco organizado de experiencias alternativas. De ahí la necesidad de articular equipos y redes donde lo diferente sea lo habitual y donde las interacciones fortalezcan emocional y cognitivamente el proceso.

Los ciclos de mejora, en su versión más completa, incluyen los siguientes pasos:

1. **Describir las clases** con detalles significativos y expresando las emociones. Analizar lo descrito, tratando de ver las fases que se suelen seguir, construyendo así el **modelo metodológico** habitual. Reflexionar sobre el modelo ideal y decidir el modelo posible.
2. Elaborar un **mapa de contenidos** y preguntas-problemas-casos asociados que refleje las interacciones. Resaltar los contenidos organizadores.
3. Pasar a los estudiantes las preguntas-problemas-casos para que elaboren sus **ideas iniciales**. Clasificarlas en tipos, calcular el porcentaje de cada uno y ordenarlos de menor a mayor complejidad, elaborando la **escalera inicial de aprendizaje**.
4. Elaborar una **secuencia de actividades** para cada pregunta-problema-caso siguiendo el modelo metodológico posible y teniendo en cuenta las ideas de los estudiantes.
5. Aplicar las secuencias de actividades, tomando notas de su desarrollo en un **diario**.
6. Volver a pasar las preguntas-problemas-casos al final del ciclo de mejora, elaborar la **escalera final de aprendizaje** y comparar los resultados con los iniciales.
7. Analizar el diario del ciclo de mejora, lo que ha funcionado y lo que no y el por qué.
8. A la luz de este análisis, revisar los modelos metodológicos ideal y posible y diseñar una **nueva versión del ciclo de mejora** para el próximo año.

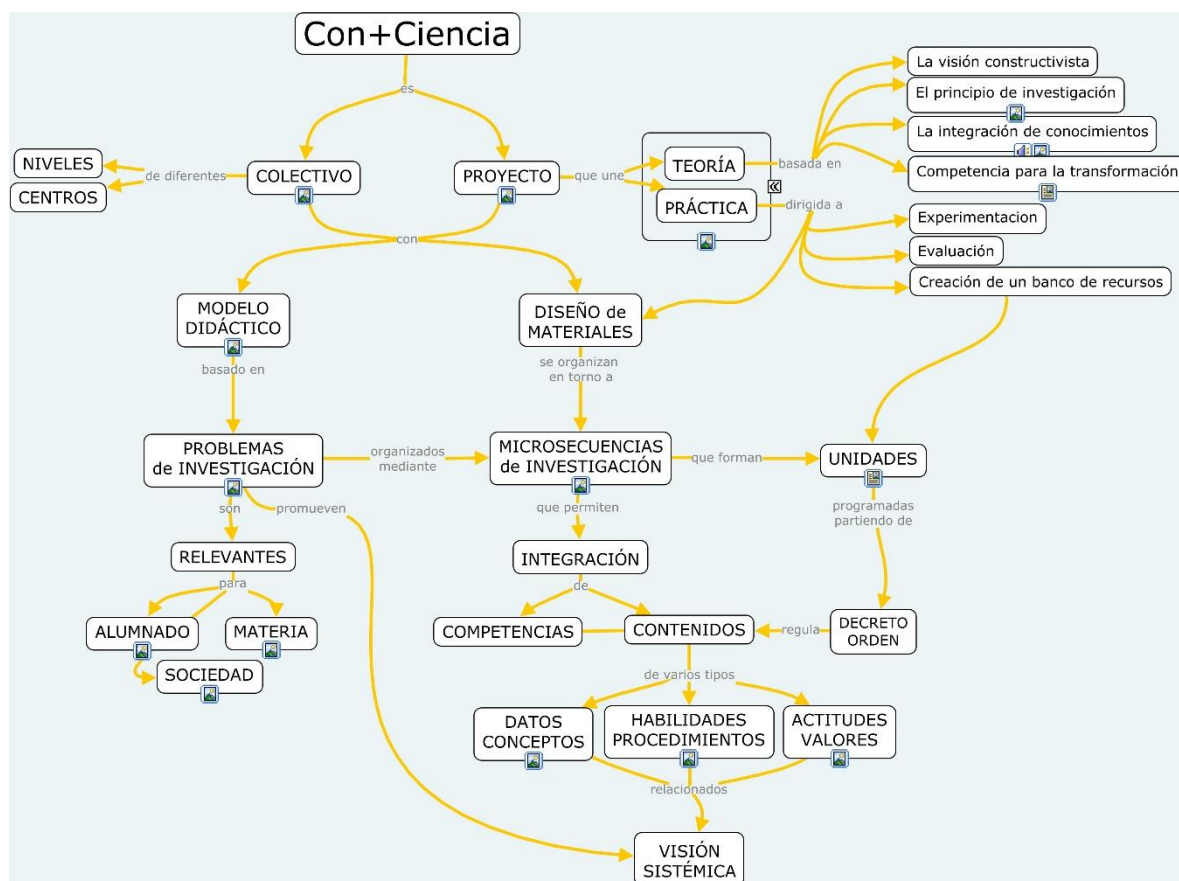
El próximo año se pondrá en marcha una investigación para conocer la profundidad de los cambios que provoca el Programa. De manera provisional podemos decir que los participantes se muestran satisfechos e introducen cambios significativos en sus clases. También, que los que continúan en la Red (unos 50) los amplían, estando actualmente 10 personas con ciclos de asignatura completa. Por último, el carácter institucional y voluntario, la gradualidad, la focalización en la práctica y el acompañamiento son los puntos fuertes del Programa, así como las limitaciones curriculares y departamentales y la cultura individualista universitaria los obstáculos más importantes para promover innovaciones de mayor calado y potenciar la cultura colaborativa y en red.

CON+CIENCIA: HACIA OTRA FORMA DE ENSEÑAR

Francisco López

Con+Ciencia es un **colectivo** compuesto por docentes que **de varios niveles educativos** y centros cuyo objetivo es **cambiar desde la práctica** el modelo de escuela imperante, aportando experiencias y **materiales didácticos** alternativos al libro de texto tradicional, basados en un modelo de **aprendizaje investigativo** (ver figura 1).

La enseñanza de las ciencias ha ido degradándose poco a poco hasta convertirse para el alumnado en una especie de ejercicio de comprensión lectora con el docente oficiando de traductor, esforzándose por hacer un poco comprensible la alta densidad, complejidad y rigurosidad de la información academicista. Su alto protagonismo en la dinámica de aula, unidos a la escasez de experiencias alternativas va creando una cultura escolar y profesional que ve muy difícil, cuando no imposible, la implementación de modelos innovadores. Sobre todo, si uno de los pilares de esa cultura asume de forma poco fundamentada que los métodos tradicionales transmitían contenidos de más cantidad y calidad que los actuales, algo que, sencillamente, no es verdad.



Los intentos de cambios educativos verticales y tecnocráticos han conducido a un perfil docente cada vez más desprofesionalizado, no consiguiendo transformar la escuela, anclada en prácticas ritualistas y anacrónicas e incapaz de afrontar los retos de la sociedad actual.

Asumimos, por todo lo anterior, que el cambio es difícil, pero sabemos que es posible. Y que para ello es imprescindible avanzar en varios aspectos:

1. El cambio debe aunar teoría y práctica, pero no como dos entes separados. Las prácticas educativas deben estar fundamentadas en modelos teóricos personal y colectivamente contruidos y valorados como más explicativos, más eficaces y más gratificantes. Por su parte, las teorías de la educación deben construirse, como en otras profesiones, a partir de los datos y experiencias contrastadas en la práctica, lo que convierte a los docentes en los arquitectos, no en los peones del sistema.

2. Como consecuencia de lo anterior, son los docentes los que deben construir las bases de su profesión, que no es la pedagogía que aporta líneas generales descontextualizadas ni el curanderismo o aplicación ciega de recetas heredadas. Esto conlleva la necesidad de investigar juntos sobre nuestras prácticas y publicarlas, compartiendo dichas experiencias una vez evaluadas como positivas y deseables.
3. También se desprende de lo anterior que los equipos docentes que deseen trascender el nivel de aplicadores, deben apostar conscientemente por un modelo teórico práctico adecuado a las necesidades actuales y futuras de su aula, centro y entorno.
4. El cambio siempre es más probable desde la unión de colectivos de diferentes niveles y etapas, en el diseño y puesta en práctica de proyectos comunes, superando el aislamiento existente entre la educación infantil, primaria, secundaria y universitaria.
5. Los modelos teórico-prácticos deben incorporar principios contrastados por las ciencias de la educación, como la apuesta por una visión constructivista de los procesos de enseñanza-aprendizaje, el principio de investigación, la integración de los conocimientos, habilidades y valores, el desarrollo de competencias que permitan la transformación personal, social y ambiental y la transferencia de estos aprendizajes para la solución de los problemas que nos afectan.

Nuestro colectivo, en el que participamos profesores de E. Infantil, E. Primaria, Secundaria y Universidad, trabaja de forma colaborativa, compartiendo ideas y experiencias y combinando reuniones presenciales periódicas con el uso de los medios que las tecnologías ponen a nuestra disposición. De esta forma, elaboramos unidades didácticas de carácter investigador que publicamos y compartimos bajo licencia Creative Commons en la web (<https://sites.google.com/site/concienciarecursos/>). Las unidades compartidas han sido elaboradas en distintos momentos de nuestro propio desarrollo profesional, por lo que algunas son más ricas y coherentes con el enfoque que deseamos. Mantenemos todas para permitir que los docentes (del colectivo y los que, sin serlo, acceden a la web), puedan disponer de propuestas de distinto nivel, en función de su propio desarrollo y experiencia. La estructura de estas unidades es, además, flexible, por lo que permite incorporaciones o cambios por los docentes durante o al final de su experimentación.

La característica principal de nuestra propuesta didáctica es su organización en torno a **problemas relevantes** del currículo. Al ser los problemas y no los contenidos los que organizan las secuencias didácticas propuestas, no siguen la organización y división clásica de las unidades habituales, aunque se diseñan siempre a partir de contenidos y competencias de la legislación vigente. Estos contenidos se organizan en mapas que incluyen conceptos, habilidades y valores pensados para alcanzar las competencias, desde una concepción integral del aprendizaje. La selección de los problemas no es fácil, ya que deben ser significativos para el alumnado, activando su deseo de aprender, estructurantes en cuanto a las distintas áreas y competencias del currículo y relevantes a nivel social y ambiental.

La metodología, es decir, las fases seguidas en el desarrollo de las distintas secuencias didácticas, siempre parte de las ideas, intereses y experiencias del alumnado. Es esencial que este recabe sus ideas y experiencias en torno al problema y las manifieste de forma explícita para que puedan ser revisadas y reestructuradas a lo largo del proceso de investigación. También durante el proceso de investigación, adquiere una gran importancia el aprendizaje compartido, el conocimiento colectivo: ¿qué sabemos entre

todos y todas? Si entendemos aprendizaje como cambio, este siempre es complejo, por lo que es necesario ofrecer al alumnado actividades potentes y variadas que le permitan adquirir una nueva visión del problema, contrastando y reestructurando sus ideas iniciales. El alumnado necesita para su evolución vivir **aprendizajes estimulantes**, confiar en que se respetan sus propias concepciones, ritmos y capacidades. Sólo así podrá afrontar con éxito los **problemas personales, sociales y ambientales de su entorno**. Al final de la investigación se retoman estas ideas iniciales y se comparan con las finales. Pero independientemente del resultado final, debemos poner en valor cómo se adquiere. El proceso de observación, formulación de hipótesis, experimentación, búsqueda de información, reestructuración, comunicación, etc. es altamente favorable para el desarrollo de múltiples competencias e inteligencias. Solo de esta forma el alumnado toma conciencia de su propio aprendizaje y desarrolla la capacidad de aprender a aprender, de aprender a transformar, de aprender a ser. Es así como aprender cobra sentido, facilitando la transferencia de los saberes, habilidades y valores adquiridos, rompiendo el **aislamiento escuela-entorno**, y convirtiendo la **educación** en una experiencia **transformadora** de la realidad existente.

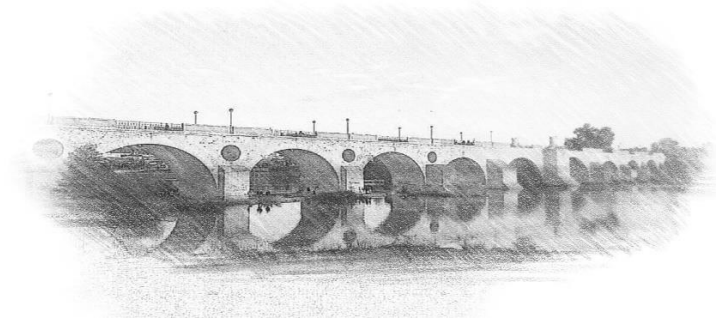
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

López-Gay, R., Jiménez Liso, M. R. y Martínez Chico, M. (2015). Enseñanza de un modelo de energía mediante indagación y uso de sensores. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 80, 38-48.

Mellado, V. (2001). ¿Por qué a los profesores de ciencias nos cuesta tanto cambiar nuestras concepciones y modelos didácticos? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 17-30.

Porlán, R.; Martín del Pozo, R.; Rivero, A.; Harres, J.; Azcárate, P. y Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 31-46.

Zimmerman, B. J. y Martínez-Pons, M. (1986). Development of a structured interview for assessing student use of self-regulated learning strategies. *American Educational Research Journal*, 23 (4), 614-628.



Mesa redonda 3

Formación del profesorado.

Antonio de Pro Bueno (Universidad de Murcia. Coordinador)
María de Fátima Paixão (ISE de Castelo Branco)
Alfonso Pontes Pedrajas (Universidad de Córdoba)
Juan Carlos San Pedro Velero (Universidad de Oviedo)
Pedro G. Rocha dos Reis (Universidad de Lisboa)

¿Qué problemas tiene la formación inicial de maestros en España?

De Pro, A.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia
nono@um.es

RESUMEN

El trabajo que se presenta tiene la finalidad de identificar y reflexionar sobre algunos obstáculos detectados en la puesta en práctica de los Grados de Educación Primaria y de Educación Infantil, titulaciones que se ocupan de la formación de Maestros en España, a partir de la Reforma del sistema universitario, emprendida en 2007. Tras unas expectativas iniciales ciertamente prometedoras y después de unos años de puesta en práctica de los planes que elaboramos, nos planteamos hasta qué punto se han cumplido, qué ha mejorado, qué ha cambiado, qué problemas han surgido... El relato realizado es fruto de la reflexión sobre una realidad concreta: la Universidad de Murcia.

Palabras clave

Formación de maestros. Currículum oficial. Problemas.

ALGO DE HISTORIA

Según se recoge en las memorias de los Títulos (Facultad de Educación, 2009),

“Los estudios de Magisterio tienen una larga tradición en Murcia. En mayo de 1844 se inaugura la primera Escuela Normal de Maestros y años más tarde, en 1860, se abre la Escuela Normal de Maestras. Es, junto al Instituto Alfonso X el Sabio, la institución educativa más antigua de la Región de Murcia”.

A lo largo de su historia, se han producido cambios importantes. Así, en 1972, las Escuelas Normales se integran en la Universidad, con la denominación de Escuela Universitaria de Formación del Profesorado de EGB. Posteriormente, con la Ley de Reforma Universitaria, en 1983, pasan a llamarse Escuela Universitaria de Magisterio.

Sin embargo, desde nuestra perspectiva, el cambio mayor se realiza en 1992, al integrarse con la antigua sección de Pedagogía de la Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación y con el ICE de la Universidad de Murcia, para formar la actual Facultad de Educación de la Universidad de Murcia.

Por otro lado, según se recoge en la memoria de los títulos (Facultad de Educación, 2009),

“Diversos planes de estudio organizan los estudios de Magisterio, a lo largo de su existencia: el primero de ellos, el de 1914, que por primera vez regula de manera oficial dichos estudios, estará vigente hasta ser sustituido por el plan de 1931 o Plan Profesional, elaborado por la administración educativa de la II República, plan progresista y muy orientado al ejercicio de la profesión, acaso el mejor de los planes que han regido la formación de los maestros.

Le siguen los planes de 1940, 1942, 1945 y 1950, muy semejantes ideológicamente entre sí, que regulan los estudios de magisterio durante el franquismo primigenio, de cuyas rígidas directrices escapa en parte el plan de 1967, primer intento, después de muchos

años, de dar apertura científica y orientación profesional a la formación de los maestros. Le seguirá el llamado plan “experimental”, de 1971 que abre el campo de las especialidades en el título de maestro y cuyas directrices intentan elevar el nivel del profesorado de EGB”.

Las especialidades del Plan “experimental” (que duró 20 años) eran las siguientes:

- Título de Diplomado en Profesorado de EGB. Especialidad de Preescolar.
- Título de Diplomado en Profesorado de EGB. Especialidad de Ciencias Humanas
- Título de Diplomado en Profesorado de EGB. Especialidad Filología.
- Título de Diplomado en Profesorado de EGB. Especialidad Ciencias Físico-Matemáticas.

En aquel momento, el área de la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) no existía, pero “las cátedras de Ciencias” tenían una gran presencia ya que, junto con las de las Matemáticas, constituían el “nucleo duro” de una de las especialidades. También se participaba en la Especialidad de Preescolar, aunque de menor importancia.

Quizás, la mayor crítica que recibieron estas diplomaturas era que olvidaba los primeros ciclos de la EGB, centrando todos los esfuerzos en el Ciclo Superior. Este enfoque daba respuesta a las necesidades de un maestro especialista pero no atendía a las de los maestros generalistas de los primeros cursos de aquella EGB.

Tras la publicación de la LOGSE, en 1991, las anteriores diplomaturas se transforman en los siguientes títulos:

- Título de Maestro Especialidad en Educación Infantil
- Título de Maestro Especialidad en Educación Primaria
- Título de Maestro Especialidad en Lenguas Extranjeras (francés e inglés)
- Título de Maestro Especialidad en Educación Musical
- Título de Maestro Especialidad en Educación Física
- Título de Maestro Especialidad en Educación Especial
- Título de Maestro Especialidad en Audición y Lenguaje

Este último título no se llegó a implantar en nuestra Universidad, pero sí lo hizo en otras.

Desde nuestra perspectiva, la coexistencia de dos modelos -maestro generalista y maestros especialistas- supuso un elemento distorsionador de gran calado. Tratar de formar a un grupo de futuros maestros -los de la Especialidad de Educación Primaria- en una serie de conocimientos profesionales y a los demás, en esos mismos y otros específicos de una especialidad, es muy difícil, sobre todo, si hay que usar el mismo tiempo. Pero si, además, las competencias profesionales se diferenciaban cada vez menos en la práctica o las oposiciones de acceso a la función docente convertían de hecho las titulaciones en ambivalentes, el sistema se convirtió en un despropósito institucional consentido: se reconocía que la formación era insuficiente en ciertas áreas, pero se admitía y se sostenía porque, con ello, se cubría el expediente.

Se distinguía entre materias troncales comunes y de especialidad. Hablar de troncalidad común en todos los títulos y sólo contemplar la formación en Psicología, Pedagogía y Sociología suponía que el futuro maestro no necesitaba conocimientos de Didáctica de las Ciencias, de las Matemáticas o de la Lengua. Creemos que el conocimiento psicopedagógico (igual que el conocimiento científico) no es suficiente: se cambió “el

que sabe, sabe enseñar” por “con saber pedagogía y psicología, se sabe enseñar todo”. Y evidentemente todo esto afectó al desarrollo del área de DCE.

Pero, en esta situación de desigualdad, se recurrió a la demagogia de “democratizar el currículum”. Esto dio lugar a una cultura que, aún hoy, persiste: la lucha por el crédito. Por las experiencias vividas he de decir que actualmente la universidad española no está preparada para elaborar los planes de estudios. Estos no pueden ser una consecuencia del poder que tienen las áreas y los departamentos en los centros, o el resultado de alianzas y pactos para tener más créditos que muchas veces, una vez conseguidos, no se sabe qué hacer con ellos.

En el Cuadro 1 se recogen las materias de DCE del Título de Maestro de la Especialidad de Educación Primaria de la Universidad de Murcia.

Materia	Curso	Créditos	Tipo de materia
Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica	2.º	5,5T - 4P	Troncal de especialidad
Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza	3.º	5T - 5P	Obligatoria de especialidad
Practicum	2.º y 3.º	10 y 12	Troncal común
Educación Ambiental y su enseñanza	2.º	2T - 2,5P	Optativa
Educación para la Salud y su enseñanza	2.º	2,5T - 2P	
Educación para el consumidor	3.º	2T - 2,5P	
Taller de Ciencias	3.º	2T - 2,5P	
T: créditos teóricos; P: créditos prácticos			

Cuadro 1. Materias del Título de Maestro Especialidad de Educación Primaria

En el resto de las especialidades permeables (Educación Física, Educación Musical y Lenguas Extranjeras), mantuvimos el mínimo legal establecido en la asignatura Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural. El resultado debería habernos sonrojado: fue la única asignatura de 4,5 créditos compartida por dos áreas (Didáctica de las Ciencias Experimentales y Didáctica de las Ciencias Sociales) entre todas las titulaciones de la Universidad de Murcia. En este contexto, parece innecesario justificar la escasa o nula formación de los maestros para impartir Ciencias.

En el año 2007 surge una nueva reforma curricular. En principio, generó buenas expectativas: ampliación de la duración de los estudios (la misma que los demás títulos universitarios de grado), incorporación de la llamada “metodología de Bolonia”, recuperación del modelo de maestro generalista, evaluación por una Agencia externa para garantizar la calidad...

En relación con las materias propias de la DCE existía, por normativa, una –“Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Experimentales”- que, en nuestra universidad, se le asignó una presencia significativa -18 créditos- en el Grado de Maestro de Educación Primaria de la Universidad de Murcia; se desarrollaba en tres asignaturas obligatorias (dos en 2º curso y una en 3º). Las competencias que deben trabajarse, según la ficha técnica aprobada por la ANECA (Facultad de Educación, 2009) son:

- Comprender los principios básicos y las leyes fundamentales de las ciencias experimentales (Física, Química, Biología y Geología).
- Conocer y valorar el currículo escolar de ciencias experimentales, así como su contribución a las finalidades de la EP.

- Plantear y resolver problemas cercanos a la vida cotidiana asociados con las ciencias.
- Valorar las ciencias como un hecho cultural.
- Reconocer la mutua influencia entre ciencia, sociedad y desarrollo tecnológico, así como las conductas ciudadanas pertinentes, para procurar un futuro sostenible.
- Desarrollar y evaluar contenidos del currículo mediante recursos didácticos apropiados y promover la adquisición de competencias básicas en los estudiantes.
- Conocer las orientaciones básicas de la didáctica de las ciencias experimentales para adecuar las propuestas de enseñanza a la EP y promover el desarrollo personal de los estudiantes y la sostenibilidad del planeta Tierra, así como la igualdad de género, la equidad y el respeto de los derechos humanos.
- Planificar propuestas de enseñanza innovadoras sobre contenidos de ciencias en EP, que promuevan el desarrollo del pensamiento y conocimiento científico, de la actitud crítica y de la autonomía.

Cada una de dichas competencias específicas de esta materia tenía declarados unos resultados de aprendizaje. Por ejemplo, de la CM4.

El alumno será capaz de:

- RA1. Utilizar e integrar en la enseñanza los recursos que nos proporcionan los medios de divulgación científica (museos, revistas, parques, aulas de la naturaleza...), así como los recursos científicos disponibles en internet.
- RA2. Emitir juicios de valor, basados en argumentos, sobre la relevancia de las ciencias en las creencias y conocimientos de los ciudadanos, en general, y para promover una sociedad democrática basada en los valores de la libertad, la justicia, la igualdad y el pluralismo.
- RA3. Recabar información sobre los resultados de alguna investigación relevante en la historia de la ciencia o contemporánea con clara repercusión social, elaborando un informe escrito sobre la implicación en la cultura y la enseñanza.

Y, en relación con la CM7, los resultados de aprendizaje son:

El alumno será capaz de:

- RA1. Diferenciar los tipos de contenidos de enseñanza de las ciencias escolares, explicando su significado y las posibles dificultades de aprendizaje desde las capacidades cognitivas de los alumnos de Educación Primaria.
- RA2. Describir los modelos didácticos habituales para la enseñanza de las ciencias en Primaria, identificando sus fundamentos y presupuestos metodológicos.
- RA3. Analizar actividades de enseñanza de ciencias, identificando los presupuestos metodológicos y contenidos, y valorando su adecuación al contexto escolar y las posibilidades de aprendizaje de los alumnos.
- RA4. Identificar situaciones didácticas que contemplan el desarrollo de un mundo sostenible, la igualdad de género, la equidad y el respeto a los derechos humanos, y realizar propuestas de enseñanza que promuevan estas finalidades.

Los contenidos recogidos en nuestra Universidad de Murcia son:

- Las ciencias experimentales en el currículo oficial de Educación Primaria
- La naturaleza de la ciencia: implicaciones para la educación científica básica

- La construcción del conocimiento científico: el planteamiento y resolución de problemas
- Las relaciones ciencia – tecnología – sociedad
- Los contenidos escolares de las ciencias experimentales en la Educación Primaria
- Las dificultades de aprendizaje en ciencias de los alumnos de primaria
- Las estrategias de enseñanza de las ciencias experimentales: modelos didácticos para la Educación Primaria
- Los recursos didácticos para la enseñanza de las ciencias experimentales
- La evaluación del aprendizaje y la enseñanza de las ciencias experimentales

En 4º curso aparecen unas Menciones, unas pseudo-especialidades con 30 créditos y 15 en Prácticas de las Menciones. En nuestra universidad son:

- Mención 1. Educación Musical
- Mención 2. Educación Física
- Mención 3. Lengua Extranjera, Francés
- Mención 4. Lengua Extranjera, Inglés
- Mención 5. Necesidades específicas de apoyo educativo
- Mención 6. Educación intercultural y dificultades de aprendizaje
- Mención 7. Apoyo educativo en dificultades de audición y lenguaje
- Mención 8. Recursos educativos para la escuela y el tiempo libre

La participación de la DCE se realiza en la Mención 8, junto con otras áreas (Didáctica de las CCSS, Didáctica de las Matemáticas, Didáctica de la Expresión Plástica...)

ALGUNOS PROBLEMAS DE LA FORMACIÓN INICIAL DE MAESTROS EN LOS GRADOS DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y EDUCACIÓN INFANTIL

Uno de los problemas de partida es la ausencia de un modelo claro de formación. Creemos que cualquier programa institucional para formar al profesorado debe responder a unas determinadas concepciones sobre la escuela, sobre las finalidades de la educación básica y obligatoria, sobre el proceso de enseñanza, sobre las competencias necesarias para un maestro, sobre el papel de la educación no formal en el aula, etc.

¿Cuál es el modelo que subyace en el nuestro? Han aparecido unas competencias profesionales con un sinnúmero de calificativos: ¿es una nueva versión de los denostados objetivos operativos? Se tiene la sensación compartida de que se han multiplicado las exigencias burocráticas: ¿se sigue pensando que la elaboración de unas buenas Guías Docentes “disciplinares” es suficiente para formar un maestro generalista? Se han sustituido las “viejas especialidades” por las “nuevas menciones”: ¿para qué?

Curiosamente esta vez coincidieron en el tiempo las reformas de los títulos de Maestro con el Grado de Educación Primaria y con el Grado de Educación Infantil. Dada la tendencia a cambiar el currículum de nuestras administraciones educativas, no nos atrevemos a plantear qué necesidades profesionales cubre en relación con los programas oficiales vigentes... Pero ¿se aprovechó la oportunidad para que los formadores participaran en la elaboración de los programas de los niveles no universitarios o para que los maestros se incorporaran, de forma significativa, al debate universitario para la elaboración de los títulos?

Otro tema que no debería olvidarse es el número de alumnos que realizan los estudios de Maestro. Estamos hablando de un título profesional y, como tal, es preciso conocer las

necesidades de nuestro sistema y concentrar los recursos humanos y económicos en un número limitado de estudiantes. Necesitamos ratios más pequeñas, formadores más preparados y, por supuesto, a tiempo completo, una mejor selección de centros para el Practicum... Si analizamos otras titulaciones profesionales, ¿es ilimitado el número de plazas de Medicina o de Veterinaria? ¿por qué no se amplían los cupos si, como se argumenta en Educación, hay mucha demanda social?

Actualmente en muchas de nuestras Facultades, las notas de corte de los estudiantes que acceden a nuestros estudios son “relativamente altas”. En este contexto, ¿son las Pruebas de Acceso a las Universidades las pruebas más adecuadas para seleccionar “a los mejores” para nuestras titulaciones? En nuestro caso, ¿los “mejores” son los que tienen unos mejores expedientes académicos?

Obviamente los programas de formación no sólo no deben ignorar las características de los usuarios a los que se dirige, sino que deben apoyarse en ellas. A menudo nos encontramos que muchos de nuestros estudiantes no tienen adquiridos unos conocimientos científicos deseables para la profesión de maestro. ¿Qué hacemos? ¿Hay que “repetir la formación” que no adquirieron en los niveles no universitarios? ¿Qué hacemos, entonces, con la que precisa la labor profesional de un maestro?

Y, por supuesto, en la etapa de formación inicial como docente, ni se pueden ni se deban abordar todas las necesidades formativas. Si realmente creemos que el desarrollo profesional se tiene que realizar a lo largo de la vida, hay que delimitar qué se aborda en este y otros periodos formativos. ¿Qué necesita saber y saber hacer un maestro para enseñar ciencias el “primer día de clase”? ¿Cómo podemos afrontar el segundo? ¿Y el tercero?...

En relación con las competencias –en particular, respecto a los resultados de aprendizaje que derivan de éstas- nos planteamos: ¿cómo se evalúa la adquisición de las mismas? ¿en qué medida inciden en la calificación de los estudiantes? ¿qué peso ponderado tiene cada una? ¿cómo las enseñamos, si después las queremos valorar? ¿valoramos cómo se trabaja de forma cooperativa, si es uno de los fundamentos de nuestras propuestas?

Siempre se aluden, entre los problemas existentes la conexión teoría-práctica, la coordinación entre las materias (repetición de contenidos, omisión de otros fundamentales, formación excesivamente atomizada...) o la escasa incorporación de los hallazgos de la investigación en el ámbito de la formación del profesorado... ¿Son problemas que no tienen solución? ¿qué debemos cambiar para hacer frente a algunas de estas críticas?

El predominio de la cantidad frente a la calidad es un factor condicionante de los planes de estudios en casi todas las épocas. El número de materias a las que debe hacer frente el futuro maestro es insostenible. Si a ello le unimos que la extensión de muchos programas que los hacen inabordables, tenemos planes de estudios sobrecargados que no llegan a aprenderse por el alumnado. ¿Se ha calculado el volumen de trabajo autónomo que necesita una asignatura para ser superada por un “alumno medio”? ¿Sabemos el tipo de trabajos o las tareas de los portafolios de la asignatura anterior o a la siguiente a la que hemos impartido?

Pero, además, se ha optado por un desarrollo sumativo de las materias. El único momento en el que ve la integración de las mismas es en el Practicum. No hay una materia que integre las aportaciones de cada materia. Implícitamente damos por hecho que nuestros estudiantes serán capaces de hacerlo cuando estén en su aula. ¿Cuándo o dónde se da una

visión global de lo que significa ser maestro y de cómo contribuimos desde nuestra disciplina a esta finalidad?

Las GD han pasado a ser el referencial más importante que tiene el alumnado para estudiar o trabajar una materia. En ella, se recogen, entre otras cosas, los contenidos deseables para formar a los maestros. Al respecto, llama la atención el número tan grande de posibles combinaciones de contenidos de DCE que se incluyen en los programas y la escasa coincidencia entre las universidades. ¿No podríamos identificar colectivamente cuáles deberíamos impartir en nuestra titulación? ¿No podemos aprovechar las contribuciones emanadas de investigación e innovación?

Hay formadores que no “han visto” aulas de ciencias o simplemente aulas de Primaria. Es preciso acomodar todo nuestro discurso a la realidad más circundante. Para dar respuesta a las necesidades de los profesionales que trabajan en ella, es preciso conocerlas, vivirlas, analizarlas, sacar conclusiones... ¿Qué papel puede jugar la investigación o la experiencia profesional en la formación del formador?

También podríamos hablar de la evaluación. A menudo transmitimos la idea de un proceso que permite obtener información útil para mejorar lo que hacemos y para facilitar el aprendizaje del alumnado. ¿Creéis que las fuentes de la evaluación son las adecuadas? ¿Se exige un portafolios con todos los trabajos y tareas del curso? ¿Se valoran todos por igual? ¿Qué percibe el estudiante que es lo más importante de la materia?

No hemos pretendido en nuestro trabajo agotar el sin fin de interrogantes que se pueden plantear como problemas en un curso académico. Queremos únicamente iniciar un debate que permita una reflexión crítica sobre lo que hacemos. Así, en las aportaciones a los Congresos, hay una desproporción entre las investigaciones de tipo diagnóstico y las que se ocupan de diseñar, aplicar y evaluar actividades y propuestas de formación. En este momento, se echan en falta investigaciones en esta línea de trabajo ya que sus resultados y conclusiones nos podrían haber ayudado a hacer frente a los retos y problemas que una reforma plantea. Creemos que se ha avanzado en el saber del futuro maestro, menos en el saber hacer... pero ¿y en el saber ser, en el saber hacer con otros, en el saber cuándo hacerlo, o en el saber cómo valorar para mejorar? En definitiva, ¿cuál es la repercusión en el desarrollo profesional de un maestro de las actividades y programas de formación que planificamos y ponemos en práctica en este nuevo contexto?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FACULTAD DE EDUCACIÓN (2009). Memoria del Título de Maestro de Educación Infantil. Universidad de Murcia.

FACULTAD DE EDUCACIÓN (2009). Memoria del Título de Maestro de Educación Primaria. Universidad de Murcia.

Análisis actual de la formación inicial del profesorado de ciencias de educación secundaria: problemas y perspectivas

Pontes, A.

Departamento de Física Aplicada, Universidad de Córdoba

apontes@uco.es

RESUMEN

En este trabajo se muestra un análisis de la problemática del Máster de Profesorado de Enseñanza Secundaria, en las especialidades de ciencias experimentales, elaborado a partir de la revisión bibliográfica de diversos estudios publicados sobre este tema en los últimos años y también se muestran algunos resultados procedentes de un estudio exploratorio, basado en una encuesta de preguntas abiertas sobre dicha problemática, en el que han participado un pequeño número de expertos en Didáctica de las Ciencias y Formación Docente, de diferentes universidades españolas. Así mismo se formulan una serie de sugerencias que pueden contribuir a mejorar en el futuro la formación inicial de los profesores de ciencias de secundaria. La finalidad principal de este trabajo consiste en plantear estos temas a debate en el marco que ofrece la mesa redonda sobre formación inicial del profesorado, dentro de los XXVII Encuentros en Didáctica de las Ciencias Experimentales.

PALABRAS CLAVE

Máster de formación inicial del profesorado, enseñanza secundaria, ciencias experimentales, problemática, opiniones del alumnado.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha producido en España un cambio importante en el modelo de formación inicial del profesorado de secundaria (FIPS), como consecuencia de la derogación del denostado curso para la obtención del CAP (Certificado de Aptitud Pedagógica) en el curso 2009-2010 y la implantación del Máster de Profesorado de Enseñanza Secundaria (MPES o MAES). Desde que el nuevo máster comenzó su andadura, la primera preocupación era desarrollar este nuevo título desde unos mínimos que garanticen una formación profesionalizante, en donde las didácticas específicas jueguen un papel protagonista (Vilches y Gil, 2010). Posteriormente se han ido abordando otros aspectos más concretos tales como la valoración de la FIPS que realizan los alumnos del máster (Solís, Martín, Rivero y Porlán, 2013; Serrano y Pontes, 2015), el diseño de propuestas metodológicas innovadoras (Martínez-Aznar, Varela, Ezquerra y Sotres, 2013), el módulo de Prácticum y los trabajos fin de máster (Pro, Sánchez y Valcárcel, 2013), o el debate acerca de los contenidos a impartir en las materias del módulo específico en las especialidades de ciencia y tecnología (Rivero, Martínez-Aznar, Pontes y Oliva, 2014).

Una vez transcurridos varios años desde la implantación del citado máster, resulta lógico revisar el desarrollo de la experiencia desarrollada en este periodo, tratando de valorar

sus fortalezas y debilidades, diagnosticar los principales problemas y realizar propuestas de mejora a partir de un profundo debate entre todos los agentes implicados en este proceso. Ello implicaría, analizar las aportaciones realizadas durante los últimos años en el campo de la investigación educativa sobre el tema de la FIPS en Didáctica de las Ciencias Experimentales (Perales, Cabo, Vilchez y otros, 2014), poniendo especial énfasis en el contraste de las opiniones de profesores y alumnos del MPES, incluyendo también el análisis de los informes que puedan desarrollar las instituciones educativas que tienen relación con el citado máster.

En este trabajo, por limitaciones de espacio, nos centraremos en abordar la problemática detectada por el profesorado en torno al desarrollo del MPES, a partir de la revisión de algunos estudios llevados a cabo en los últimos años y a partir de una encuesta “ad-hoc”, que gentilmente han cumplimentado una decena de profesores y profesoras del ámbito de la Didáctica de las Ciencias, a quienes se puede considerar personas expertas en investigación y docencia universitaria relacionada con la formación inicial docente. Para poder centrarnos en este aspecto, que nos parece suficientemente relevante, dejaremos para un estudio posterior el análisis de la problemática del MPES desde la perspectiva del alumnado o desde la perspectiva de las instituciones educativas.

FUNDAMENTO Y ANTECEDENTES

La principal meta del curso de formación inicial del profesorado de enseñanza secundaria del área de ciencias debería consistir en proporcionar a los futuros docentes un bagaje de conocimientos teórico-prácticos que les ayude a desarrollar las múltiples facetas que integran la profesionalidad docente y desarrollar de forma efectiva las competencias profesionales adecuadas, para poder abordar con ciertas garantías los problemas de la práctica educativa que surgen en la realidad del aula, especialmente en el ámbito de la educación científica. (Mellado, Blanco y Ruiz, 1999; Perales et al., 2014). Pero en torno al desarrollo de la profesionalidad docente del profesorado de secundaria, en el marco del actual modelo de formación inicial (MPES), conviene plantearse las cuestiones siguientes:

- ¿Qué conocimiento queremos que elaboren los profesores y profesoras de ciencias durante el proceso de formación inicial y permanente?
- ¿Cómo contribuye el Máster de Profesorado de Enseñanza Secundaria a desarrollar este tipo de conocimiento profesional docente?
- ¿Qué problemas o deficiencias se están detectando en el desarrollo del citado máster, tras los primeros años de su implantación en nuestro país?
- ¿Qué sugerencias o propuestas de mejora se están planteando a debate para superar tales dificultades y mejorar el proceso de formación inicial docente?

En torno a la primera cuestión hay que indicar que la práctica de la profesión docente requiere de un conocimiento diferenciado del conocimiento disciplinar, tanto en aspectos relacionados con la materia de enseñanza como en aspectos relativos a las ciencias de la educación. También requiere un conocimiento vinculado a la experiencia, tanto del contexto educativo en general como de la problemática específica de aula que surge en la enseñanza de cada materia. Estos aspectos pueden integrarse dentro del denominado Conocimiento Didáctico del Contenido o CDC (Mellado et al., 1999; Porlán et al., 2011), que puede identificarse como el conocimiento que los profesores emplean cuando planifican y llevan a cabo la enseñanza e implica la transformación del conocimiento de la materia, del conocimiento pedagógico y del conocimiento del contexto en una nueva

forma de conocimiento que es más poderoso que sus partes constituyentes. Este conocimiento, aunque es complejo, debe comenzar a desarrollarse desde la formación inicial y debe ampliarse, por supuesto, a través de la experiencia, la reflexión sobre la práctica educativa y la formación permanente.

La segunda cuestión importante se refiere a cómo puede contribuir el MPES desarrollar este tipo de conocimiento profesional docente. En torno a esta temática hay que distinguir entre los contenidos de la formación inicial y la forma en que se imparten tales contenidos. En la anterior edición de los Encuentros en Didáctica de las Ciencias Experimentales (27 EDCE) se abordó el tema de los contenidos del MPES en las especialidades de ciencia y tecnología, en una mesa redonda de carácter monográfico destinada a analizar lo que estamos enseñando y lo que deberíamos enseñar en las materias específicas del citado máster (Rivero et al., 2014). Tras realizar un análisis comparativo de los contenidos impartidos en distintas universidades españolas se pudo apreciar que, dentro de unos márgenes amplios de variabilidad, los contenidos de tales materias se adaptaban bastante bien al plan de estudios establecido. También se apreciaba que, en general, los temas de la formación específica no se organizan en torno a contenidos disciplinares propios de la ciencia, o en torno a los problemas que la práctica profesional plantea, sino que se estructuran alrededor de los principales tópicos de la didáctica de las ciencias (el currículum, el aprendizaje y los factores que influyen en la educación, la metodología de enseñanza, los recursos educativos, la evaluación del aprendizaje, la innovación educativa, los aspectos históricos y epistemológicos, las relaciones CTS,...).

Tras el análisis de los contenidos de la FIPS en el ámbito de las especialidades de ciencias, donde hemos apreciado un notable consenso, el debate comienza a centrarse en los problemas o dificultades que se observan a la hora de desarrollar adecuadamente tales contenidos, con vistas a conseguir una formación docente de alta calidad. En torno a este tema aparecen muchos elementos, de diversa índole, que actúan como obstáculos a la hora de desarrollar los objetivos formativos del MPES en el contexto de la Didáctica de las Ciencias. Pero esta problemática, y las propuestas de mejora que se están planteando para ir superando paulatinamente tales dificultades, se abordarán específicamente en los apartados siguientes de este trabajo.

PROBLEMÁTICA DEL MÁSTER DE PROFESORADO DE SECUNDARIA EN LAS ESPECIALIDADES DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

El máster de profesorado desde la perspectiva de la investigación educativa en Didáctica de las Ciencias

La formación inicial del profesorado de ciencias de educación secundaria siempre ha sido un tema de interés para la comunidad investigadora en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias, porque todo el mundo ha asumido -desde hace tiempo- el importante papel del profesorado en los procesos educativos y la necesidad de dotar a los futuros docentes de una formación adecuada para afrontar los retos que plantea la educación científica en los centros de enseñanza secundaria (Carrascosa, Martínez, Furió y Guisasola, 2008). Pero la puesta en marcha del Máster de Profesorado de Enseñanza Secundaria (MPES), en el curso 2009-2010, ha supuesto un cambio importante en la consideración del modelo de formación inicial del profesorado de esta etapa y se ha incrementado el interés de los investigadores por esta temática, aumentando de forma importante la cantidad y la calidad los trabajos publicados en los últimos años en torno a esta línea de investigación, tanto en revistas como en congresos nacionales e internacionales del ámbito de la Didáctica de las Ciencias.

Los temas abordados en los estudios sobre la formación inicial del profesorado de ciencias, que se han publicado en los últimos años, son muy variados (concepciones del profesorado, motivaciones por la docencia, profesionalidad docente, propuestas curriculares, innovaciones metodológicas, utilización de recursos, evaluación educativa,...), pero en este trabajo, debido al objetivo global del mismo, sólo nos centraremos en revisar algunos estudios que han prestado especial atención a la problemática general de la puesta en marcha del MPES durante estos años.

En relación con la problemática general del máster, durante los primeros años de su implantación, los principales aspectos recogidos en varios trabajos centrados en el análisis global del desarrollo del máster (Viches y Gil, 2010; Benarroch, 2011; Benarroch, Cepero y Perales, 2013) son los siguientes:

- Las instituciones académicas responsables de la FIPS parecen no tener en cuenta la necesidad de potenciar la formación específica, la organización adecuada de las enseñanzas, así como su desarrollo y su evaluación.
- Sistemas inadecuados de selección del profesorado de la fase teórica en muchas universidades (sobre todo en materias del módulo específico).
- Problemas de coordinación: entre los diferentes módulos del máster, entre las materias de un mismo módulo y entre el profesorado de una misma materia.
- Falta de convenios adecuados que regulen las relaciones entre instituciones y entre el profesorado implicado en sus enseñanzas.
- Sistemas inadecuados de selección de los centros de prácticas, de los profesores tutores y falta de coordinación entre profesores de teoría y práctica.
- No se está prestando la atención debida al desarrollo de competencias profesionales adecuadas para el ejercicio de la docencia en los actuales centros de secundaria.

Otros trabajos más específicos se han centrado en el análisis de la implantación del MPES en diversas comunidades autónomas del Estado Español (Guisasola, Barragués y Garmendia, 2013; Solbes y Gavidia, 2013), en la evaluación de los resultados del aprendizaje a través del análisis de los Trabajos Fin de Máster (Pro Bueno et al., 2013) o en el análisis comparativo de los contenidos de las materias del módulo específico en el área de ciencia y tecnología (Rivero et al., 2014). Tales trabajos también apuntan algunas dificultades en la formación inicial docente como las siguientes:

- En algunas comunidades se ha aplicado un criterio economicista que implica un número elevado de alumnos en el módulo genérico y en algunas materias del específico, que impiden aplicar una metodología de enseñanza adecuada.
- Las concepciones previas de los estudiantes sobre la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia se relacionan bastante con el modelo educativo tradicional (transmisión-recepción), están bastante arraigadas y son resistentes al cambio.
- Se detecta en muchas materias un tipo de enseñanza más orientada a la teorización que al análisis de problemas prácticos de aula.
- Existe un alto grado de variabilidad en los contenidos de las materias del módulo específico, entre diferentes universidades, e incluso una asignación muy diferente del número de créditos que se dedican a cada materia.
- En muchas universidades (y CC.AA.) no se facilita el acceso de los estudiantes del MPES a los estudios de doctorado

- El análisis crítico de los TFM refleja muchas lagunas y dificultades para alcanzar los resultados de aprendizaje previstos.

Tras esta revisión de estudios relacionados con la implantación del MPES durante los primeros años se aprecian una serie de problemas o deficiencias en su desarrollo, tanto de tipo general como de carácter específico o local. Sin embargo, hay que indicar que los autores de los citados trabajos valoran positivamente la puesta en marcha del nuevo modelo de formación inicial docente (sobre todo en comparación con el antiguo curso del CAP) y estiman que el análisis crítico de las deficiencias observadas resulta necesario para formular propuestas de mejora de la FIPS.

La opinión actual de expertos sobre el desarrollo del MPES

Los problemas que se han comentado en el apartado anterior corresponden, principalmente, a trabajos relacionados con la experiencia docente e investigadora de los autores citados anteriormente, durante el desarrollo del MPES en los primeros años de su historia reciente. Pero ya han transcurrido seis años desde su implantación y nos ha parecido interesante recoger la opinión actual del profesorado en torno a la problemática actual y a las perspectivas de mejora de la FIPS en el futuro. Por tal motivo, con vistas a actualizar el análisis de los problemas hemos realizado una breve encuesta que (hasta el momento de redactar esta comunicación) han cumplimentado diez profesores y profesoras de diferentes universidades españolas, con bastantes años de experiencia docente e investigadora en torno a la Didáctica de las Ciencias y la Formación del Profesorado de enseñanza primaria y secundaria. La citada encuesta se basaba en responder de forma abierta a las cuestiones siguientes:

- (1) *¿Qué problemas, dificultades o deficiencias presenta en España el actual modelo de formación inicial del profesorado de secundaria (FIPS) en las especialidades del área de ciencias?*
- (2) *¿Cuáles podrían ser las posibles soluciones o vías de mejora de la FIPS en tales especialidades?*

Aunque la muestra de personas encuestadas es muy reducida podemos considerar que las opiniones recogidas son bastante representativas de la visión del profesorado comprometido con la mejora de la FIPS, ya que hemos recogido un número elevado de opiniones, bastante amplias y bien argumentadas en general, sobre las cuestiones planteadas. Por las características de este trabajo no es posible abordar aquí el análisis exhaustivo de todas las ideas aportadas por las personas encuestadas, pero podemos adelantar una pequeña síntesis de tales opiniones para someterlas a debate en los próximos Encuentros sobre Didáctica de las Ciencias Experimentales (27 EDCE de Badajoz, en septiembre de 2016), dejando para un trabajo posterior un análisis más profundo de toda esta información.

En relación a la primera cuestión, relativa a las deficiencias que presenta el actual modelo de formación inicial del profesorado de secundaria (FIPS), en las especialidades del área de ciencias, se han recogido 283 opiniones (que suponen una media de 12.3 ideas por cada participante), lo cual da una idea del interés del profesorado encuestado sobre el tema o de la amplitud y riqueza de sus aportaciones. Aunque resulta difícil sintetizar en unos párrafos todos los problemas que se han detectado en tales opiniones, podemos indicar que muchas de las dificultades para el desarrollo adecuado de la FIPS señaladas coinciden con las deficiencias reflejadas en la revisión anterior. Por otra parte se aprecian una serie de problemas de carácter general, que afectan a todo el Estado Español, y otros problemas de carácter local que tienen una especial incidencia en algunas comunidades

autónomas o en algunas universidades muy concretas. Por tales motivos vamos a clasificar los principales problemas del máster FPES (en el área de ciencias experimentales) con arreglo a los siguientes apartados:

Problemas o deficiencias de carácter general

Los principales problemas de carácter general que apuntan los docentes encuestados podrían organizarse en torno a los aspectos siguientes:

(I) Módulos de carácter teórico

- Masificación creciente de las asignaturas del MPES (sobre todo en el módulo genérico) y falta de selección adecuada del alumnado, aceptando a muchos estudiantes sin apenas vocación docente que se inscriben por motivos bastante pragmáticos (acceso a oposiciones, obtener un título más, ampliar currículum y salidas laborales, etc.)
- Sistemas inadecuados de selección del profesorado en muchas universidades, sobre todo en materias del módulo específico, debido al carácter abierto de la adscripción de la docencia a todas las facultades y departamentos universitarios, en detrimento de las Facultades de Educación y de los Departamentos de Didácticas Específicas.
- Fragmentación importante de la carga docente dentro de muchas asignaturas y falta de coordinación adecuada, de modo que el alumnado recibe diferentes tipos de mensajes (a veces contradictorios) en torno a los contenidos de una misma materia y se aprecian importantes diferencias metodológicas.
- Problemas de coordinación entre el módulo genérico y el módulo específico, o entre las materias de un mismo módulo, que suponen (a veces) no impartir contenidos importantes o bien realizar repeticiones innecesarias.
- Poca relación de los contenidos teóricos con los problemas reales de práctica docente en centros de secundaria, debido fundamentalmente a un profesorado poco preparado para realizar esta labor.
- Relativa extensión de un modelo docente basado en metodologías tradicionales y transmisivas que fomentan el aprendizaje mecánico, sobre todo en el módulo genérico y en materias del módulo específico impartidas por docentes sin formación didáctica adecuada.
- Aplicación sistemas de evaluación poco formativos o inadecuados en las materias del módulo teórico, sobre todo en las que existe mucha fragmentación de la carga docente.

(II) Módulo de Practicum: Prácticas en centros docentes y TFM

- Falta de criterios adecuados a la hora de seleccionar o acreditar centros y tutores de prácticas.
- Deficiente organización de las prácticas docentes por falta coordinación entre el profesorado de las asignaturas teóricas y los tutores del prácticum, o porque no hay control institucional de las actividades que realizan los estudiantes en las prácticas.
- Los alumnos se quejan (a veces) de que los tutores de prácticas no les permiten desarrollar ni evaluar unidades didácticas completas (sólo imparten algunas clases). Otros estudiantes detectan contradicciones metodológicas entre la formación recibida en las materias de la fase teórica y el tipo de enseñanza real que se desarrolla en los centros de prácticas.

- Escasa atención institucional a la formación didáctica de los profesores-tutores de prácticas y escaso interés de muchos tutores por la innovación educativa.
- Se echa en falta un trabajo de análisis y reflexión con los estudiantes del MPES tras la fase práctica, pero no hay tiempo material para ello o no se organizan las prácticas de forma adecuada.
- Falta de criterios consensuados sobre la estructura y contenidos del trabajo fin de máster (TFM). Hay lugares donde se promueve un tipo de TFM muy técnico (o burocrático) orientado a elaborar programaciones docentes y unidades didácticas, siguiendo un protocolo muy estricto relacionado con la preparación de las oposiciones.

(III) Otros problemas estructurales

- Falta de un modelo claro y consensuado sobre los fines de la educación secundaria, que afecta de modo importante a las competencias, destrezas y funciones que debe desarrollar el profesorado de esta etapa.
- Escasa integración entre la formación científica y la formación didáctica. No se fomenta adecuadamente el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC).
- Poca estabilidad del sistema educativo. Los cambios continuos de legislación generan confusión en los estudiantes, y la variabilidad en la interpretación e incorporación estos cambios en los centros de prácticas, más aún.
- Escasa participación del profesorado de Enseñanza Secundaria en la docencia del Título y, sobre todo, hay poca presencia de profesores de secundaria implicados en proyectos de innovación educativa.
- Escasa tradición de las Facultades de Educación en la formación del profesorado de secundaria.

Problemas de carácter específico o local

Otras deficiencias del máster que presentan un carácter más específico o que tienen más incidencia en algunas universidades muy concretas son los siguientes:

- Falta de concreción de los contenidos de las materias del módulo genérico para las diferentes especialidades.
- Intrusismo académico basado en intereses de política universitaria (de Facultades y Departamentos) que impide una asignación adecuada del profesorado en las diferentes materias del módulo específico (en determinadas universidades). Se considera que el mero hecho de ser profesor universitario habilita para formar futuros docentes, sin tener en cuenta la existencia del conocimiento profesional y sus diferentes componentes.
- Deficiencias en la selección de contenidos en las *materias de corte didáctico*, por ausencia de consenso sobre qué necesita “saber y saber hacer” un futuro profesor de ciencias (qué contenidos y cómo se deben abordar en los programas formativos).
- Escaso fomento de la actitud investigadora del alumnado, pese a la existencia de la asignatura denominada *Innovación Docente y la Investigación Educativa (IDIE)*, porque en muchas universidades no se facilita para nada el acceso de los estudiantes del MPES a los estudios de doctorado en educación.
- Asignación inadecuada de tutores universitarios de las prácticas docentes y del TFM. El profesorado del área de Didáctica Específica se implica más en la tutela del alumnado (asesoramiento y ayuda en la elaboración del TFM, asistencia a

centros escolares, orientación para la preparación de clases y materiales didácticos,...) que el profesorado de Facultades de Ciencias.

- En algunas universidades se está integrando el MPES en dobles titulaciones (de 90 créditos), en las que se pierden alrededor del 15% de contenidos educativos útiles para la FIPS porque los alumnos no cursan Materias Optativas y Complementos de Formación Disciplinar.

En definitiva podemos considerar que los profesores participantes en este estudio exploratorio presentan una actitud bastante crítica, porque apuntan una serie importante de problemas en torno al desarrollo del MPES, que requieren un análisis profundo de su naturaleza e implicaciones educativas. Sin embargo, hay que indicar que casi todos los participantes en este estudio de opinión valoran positivamente el nuevo modelo de formación docente que se está desarrollando a través del MPES y que las críticas son eminentemente constructivas, ya que van acompañadas de numerosas sugerencias y propuestas de mejora de la FIPS.

PROPUESTAS PARA LA MEJORA DE LA FIPS

Ante los problemas que presenta el desarrollo del MPES, que han sido comentados anteriormente, no cabe una actitud pasiva. Por el contrario, es necesario pensar de qué modo podemos afrontar tales problemas y debatir, entre todos los agentes implicados, las posibles soluciones de mejora.

Muchas investigaciones realizadas en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias han planteado numerosas propuestas para mejorar la FIPS, a partir de estudios de carácter global sobre el desarrollo del MPES (Vilches y Gil, 2010; Benarroch, 2011; Solbes y Gavidia, 2013; Perales et al., 2014), a partir de estudios centrados en analizar diversos aspectos de los procesos formativos (Benarroch et al., 2013; Solís et al., 2013; Pro Bueno et al., 2013) y a través de experiencias de innovación curricular o metodológica (García Carmona, 2013; Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016). Por limitaciones de espacio, en este trabajo no es posible recoger todas las sugerencias de mejora de la formación inicial del profesorado de ciencias, pero podemos traer a colación diversas propuestas, sugeridas por el profesorado del MPES que han respondido a la segunda cuestión de la encuesta comentada anteriormente, acerca de cuáles podrían ser las posibles soluciones o vías de mejora de la FIPS. A continuación se citan algunas de tales propuestas que podrían ser sometidas a debate, organizadas en torno a los siguientes apartados:

(I) Aspectos generales o estructurales del MPES

- Seleccionar adecuadamente al alumnado, para fomentar la vocación docente y evitar la masificación en las materias de los módulos teóricos para garantizar una forma de trabajo acorde con el modelo de formación teórico-práctico que se propone.
- Evitar la fragmentación excesiva de la carga docente dentro de las asignaturas y mejorar la coordinación metodológica entre el profesorado de cada materia
- Establecer mecanismos adecuados de coordinación de profesorado entre especialidades y entre módulos (*)
- Especializar al profesorado del Máster, coordinarlo adecuadamente y diseñar el currículo con una perspectiva más aplicada
- Diseñar procedimientos que aseguren la máxima coherencia entre los modelos de enseñanza utilizados en la impartición del máster y los que se pretenden aplicar en las aulas de secundaria por parte de los alumnos del máster (*)

- Promover estudios que permitan analizar cuáles son las opiniones del alumnado sobre la formación inicial, cuáles son sus problemas reales, sus actitudes, sus motivaciones y los conocimientos teórico-prácticos que van construyendo en cada fase del proceso.
- Hacer explícitos los criterios de evaluación de las materias del máster y de los TFM (*)
- Tratar de mejorar el modelo formativo actual en los aspectos más urgentes (modelo consecutivo transitorio) sin renunciar a otro modelo deseable, es decir un grado específico para el profesorado de secundaria de cada área de conocimiento, con una formación mixta didáctica y disciplinar, orientada desde el principio al desarrollo profesional docente. También se podría apostar por un modelo formativo del tipo 3+2.

(II) Módulo específico

- Utilizar criterios idóneos de selección del profesorado para las materias del módulo específico, en base a su formación y experiencia docente e investigadora en Didáctica de las Ciencias (*)
- Responsabilizar la coordinación de las materias del módulo específico (y del prácticum) a las áreas de didácticas específicas, y exigirles la formación de equipos interdisciplinarios para su desarrollo óptimo (*)
- En un modelo de FIPS adecuado debería primar la interacción entre la práctica docente y el análisis reflexivo sobre la misma que proporciona la didáctica específica de cada área.
- Incorporar al profesorado de secundaria, con experiencia en innovación educativa, en la docencia de las materias de la fase teórica, para conectar la docencia con los problemas prácticos de aula (*)
- Promover el desarrollo de investigaciones educativas orientadas a elaborar modelos formativos bien fundamentados, que sirvan de base para reflexionar sobre cómo preparar inicialmente a los docentes.
- Promover el desarrollo de competencias investigadoras entre los futuros docentes a través sobre todo de la materia IDIE (y del TFM), pidiendo a las universidades y a las autoridades académicas que los alumnos del MPES puedan acceder al doctorado (en educación científica) sin trabas ni impedimentos.

(III) Módulo Prácticum y TFM

- Reconocer adecuadamente la docencia del profesorado de secundaria que participa en el prácticum (*)
- Seleccionar tutores de centros de Secundaria con un perfil adecuado al desarrollo de los fines del MPES.
- Establecer mecanismos de formación permanente para el profesorado de prácticas, en coordinación con el profesorado universitario del módulo específico.
- Fomentar un modelo generalizado de TFM orientado a promover la actitud indagadora de los futuros docentes, a través del diseño de materiales didácticos innovadores y la evaluación de su influencia en los procesos de aprendizaje de la ciencia.

El número de propuestas de mejora del MPES, que han sugerido los expertos encuestados en esta ocasión, es mucho más amplio y en sus opiniones hay una gran riqueza de ideas, cuyo análisis exhaustivo podría ser objeto de estudio en un trabajo posterior. Pero consideramos que las propuestas recogidas en este trabajo, entre las que se incluyen con

asterisco (*) ideas similares a las recogidas en estudios anteriores (Benarroch, 2011; Benarroch et al., 2013), son suficientes para fomentar un debate que ayude a establecer las prioridades en torno a la mejora presente y futura de la formación inicial del profesorado de secundaria del área de ciencias experimentales.

BIBLIOGRAFÍA

Benarroch, A (2011). Resumen de Diseño y desarrollo del máster en profesorado de educación secundaria durante su primer año de implantación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(1), 20-40

Benarroch, A., Cepero, S. y Perales, F.J. (2013). Implementación del Máster de Profesorado de Secundaria: metodología y resultados de su evaluación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Extra), 594-615

Carrascosa, J., Martínez, J., Furió, C. y Guisasola, J. (2008). ¿Qué hacer en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria? *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 5(2),118-133.

García Carmona, A. (2013). Educación científica y competencias docentes: Análisis de las reflexiones de futuros profesores de Física y Química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Extra), 552-567

Guisasola, J., Barragués, J.I. y Garmendia, M. (2013). El Máster de Formación Inicial del Profesorado de Secundaria y el conocimiento práctico profesional del futuro profesorado de Ciencias Experimentales, Matemáticas y Tecnología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(Extra), 568-581.

Jiménez-Tenorio, N. y Oliva, J.M. (2016). Análisis reflexivo de profesores de ciencias de secundaria en formación inicial en torno a diferentes secuencias didácticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13 (2), 423-439.

Martínez Aznar, M., Varela, P., Ezquerro, A. y Sotres, F. (2013). Las Unidades Didácticas escolares, basadas en competencias, como eje estructurante de la Didáctica de la Física y Didáctica de la Química para la formación inicial de profesores de secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Extra), 616-629

Mellado, V., Blanco, L. y Ruiz, C. (1999). *Aprender a enseñar ciencias experimentales en la formación inicial de profesorado*. Badajoz: ICE de la Universidad de Extremadura.

Perales, F.J., Cabo, J.M., Vilchez, J.M., Fernández, M., González, F. y Jiménez, P. (2014). La reforma de la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria: propuesta de un diseño del currículo basado en competencias. *Enseñanza de las ciencias*, 32(1), 9-28.

Pro-Bueno, A., Sánchez, G. y Valcárcel, M.V. (2013). ¿En qué medida están contribuyendo los TFM a los resultados de aprendizaje planificados? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(Extra), 728-748.

Rivero, A., Martínez, M., Pontes, A. y Oliva, J.M. (2014). ¿Qué estamos enseñando y qué deberíamos enseñar desde la didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado de secundaria? En M.A. de las Heras y Otros (Eds): *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante*. (1075-1088). Huelva: SP-UHU.

Serrano, R. y Pontes, A. (2015). Nivel de desarrollo de las competencias y objetivos generales del Máster formación del profesorado de enseñanza secundaria. *Perfiles Educativos*, Vol. 37 (Nº 150), 39-55.

Solbes J. y Gavidia V. (2013). Análisis de las Especialidades de Física-Química y de Biología-Geología del máster de profesorado de educación secundaria de la Universidad de Valencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Extra), 582-593.

Solís, E., Martín, R., Rivero, A y Porlán, R. (2013). Expectativas y concepciones de los estudiantes del MAES en la especialidad de Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Extra), 496-513.

Vilches, A. y Gil, D. (2010). Máster de Formación Inicial del Profesorado de Enseñanza Secundaria. Algunos análisis y propuestas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7 (3), 661-666.